UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER

FACULTÉ DE PHARMACIE

N° 141

ETUDE BACTÉRIOLOGIQUE

DE LA

Fermentation industrielle des Cédrats

EN VUE

DE LEUR CONFISERIE

THÈSE

PRÉSENTÉE ET PUBLIQUEMENT SOUTENUE DEVANT LA FACULTÉ DE PHARMACIE DE MONTPELLIER

LE 5 JUILLET 1924

PAR

Mademoiselle Suzanne CHADEFAUX

Licenciée ès-sciences naturelles

Pharmacien

Préparateur à la Faculté de Pharmacie de Montpellier

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER

(MENTION PHARMACIE)

JURY { MM. HOLLANDE, professeur, *Président.*
ASTRUC, professeur. } *Assesseurs.*
CANALS, chargé d'Agrégation. }

MONTPELLIER

IMPRIMERIE DE LA MANUFACTURE DE LA CHARITÉ

(Pierre-Rouge)

1924

ÉTUDE BACTÉRIOLOGIQUE

DE LA

FERMENTATION INDUSTRIELLE DES CÉDRATS

EN VUE DE LEUR CONFISERIE

UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER

FACULTÉ DE PHARMACIE

N° 141

ETUDE BACTÉRIOLOGIQUE

DE LA

Fermentation industrielle des Cédrats

EN VUE

DE LEUR CONFISERIE

THÈSE

PRÉSENTÉE ET PUBLIQUEMENT SOUTENUE DEVANT LA FACULTÉ DE PHARMACIE DE MONTPELLIER

LE 5 JUILLET 1924

PAR

Mademoiselle Suzanne CHADEFAUX

Licenciée ès-sciences naturelles

Pharmacien

Préparateur à la Faculté de Pharmacie de Montpellier

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER

(MENTION PHARMACIE)

JURY { MM. HOLLANDE, professeur, *Président.*
ASTRUC, professeur. } *Assesseurs.*
CANALS, chargé d'Agrégation. }

MONTPELLIER

IMPRIMERIE DE LA MANUFACTURE DE LA CHARITÉ

(Pierre-Rouge)

1924

Faculté de Pharmacie de Montpellier

ADMINISTRATION

MM. G. Massol (✲, I. P. ⚙)... *Doyen.*
A. Astruc (✲, I. P. ⚙)... *Assesseur.*
Gillet (✲, ⚚, A. ⚙)..... *Secrétaire.*
H. Got (I.P.⚙), Izard (I.P.⚙) *Secrétaires honoraires.*

PROFESSEURS

MM. G. Massol (✲, I. P. ⚙)..... *Physique appliquée.*
H. Imbert (I. P. ⚙)..... *Analyse chimique.*
H. Fonzes-Diacon (✲, I P. ⚙, ✠) *Chimie minérale.*
A. Astruc (✲, I. P. ⚙)..... *Pharm. galénique et industrielle.*
Hollande (I. P. ⚙)..... } *Histoire naturelle des médicaments. Botanique.*
P.-J. Tarbouriech (✲, I.P.⚙) *Chimie organique.*
A. Juillet (I. P. ⚙)..... *Matière médicale.*
A. Faucon (✲, C. ✠, A.⚙, ✠) *Pharmacie chimique.*

PROFESSEURS HONORAIRES

MM. F. Jadin (✲, I. P. ⚙), Doyen de la Faculté de Pharm. de Strasbourg.
C. Astre (I. P. ⚙).

CHARGÉS DE COURS

MM. H. Imbert (I. P. ⚙)..... *Toxicologie.*
A. Astruc (✲, I. P. ⚙)..... *Hydrologie.*
P.-J. Tarbouriech (I. P. ⚙). *Chimie biologique.*
A. Juillet (I. P. ⚙)..... *Zoologie.*
M.-A. Faucon (✲, C. ✠, A.⚙, ✠) *Fonctions en chimie organique.*
L. Emberger..... *Botanique.*
Moye, prof. Fac. Droit (✲, I.P.⚙) *Législation pharmaceutique.*

AGRÉGÉS

MM. E. Canals, chargé d'agrégation.
L. Emberger, chargé d'agrégation.

CHEFS DES TRAVAUX PRATIQUES

MM. E. Canals (A. ⚙)..... *Physique.*
L. Farré (A. ⚙)..... *Chimie et Pharmacie.*
N..... *Histoire naturelle.*

Nota. — La Faculté de Pharmacie n'accepte la responsabilité d'aucune des opinions émises par les candidats dans les Thèses qui lui sont présentées.

A MES PARENTS BIEN-AIMÉS

S. CHADEFAUX.

SOMMAIRE

	Pages
INTRODUCTION	9
CHAPITRE PREMIER. — *Le cédratier et le cédrat*	11
1° Historique	11
2° Histoire du cédratier	14
3° Culture du cédratier	18
4° Le cédratier	24
5° Le cédrat	25
CHAPITRE II. — *La fermentation des cédrats en vue de leur confiserie.*	33
1° La préparation en eau de mer, à Bastia, des cédrats pour la confiserie	33
2° Etude de la fermentation des cédrats au laboratoire	38
3° Isolement des germes : Levures et bactéries	39
4° Etude des levures	43
5° Etude des bactéries	59
6° Symbiose de la levure des cédrats (Saccharomyces citri medicæ n. sp.) et de la bactérie des cédrats (Bacillus citri medicæ n. sp.)	64
7° Nature de la fermentation du cédrat	67
CHAPITRE III. — *La confiserie des cédrats*	73
CONCLUSIONS	77
INDEX BIBLIOGRAPHIQUE	81

ÉTUDE BACTÉRIOLOGIQUE

DE LA

FERMENTATION INDUSTRIELLE DES CÉDRATS

EN VUE DE LEUR CONFISERIE

INTRODUCTION

Le sujet de ce travail : *Etude bactériologique de la fermentation industrielle des cédrats en vue de leur confiserie*, m'a été donné par M. le professeur **Hollande** qui avait déjà, lui-même, commencé en Corse, l'étude de la question.

Avant d'entreprendre la rédaction des résultats que j'ai obtenus, je désire remercier mon Maitre de la bonté et de la patience avec lesquelles il m'a guidée et encouragée pendant toute la durée de mon travail.

Je suis heureuse que M. le professeur **Astruc** ait bien voulu me faire l'honneur de faire partie du jury de ma thèse ; je n'oublie pas que c'est chez lui que j'ai commencé à faire partie de notre Faculté, comme préparateur de la chaire de pharmacie galénique et industrielle.

Je remercie également M. **Canals**, chargé d'agrégation, d'avoir accepté d'être aujourd'hui un de mes juges, après m'avoir lui aussi bien souvent aidée de ses conseils.

J'adresse enfin un souvenir respectueusement reconnaissant à la mémoire de mon ancien maître, M. le professeur **Courchet**, à M. le professeur **Perrin**, de Clermont-Ferrand, à MM. les professeurs **Dubosq** et **Curie**, de Montpellier, dont les enseignements m'ont donné le goût de l'étude et de la recherche.

Le travail que je présente aujourd'hui sera divisé en quatre parties :

Dans un premier chapitre, je m'appliquerai à exposer ce qu'ont été et ce que sont aujourd'hui le *Cédratier* et le *Cédrat* ; pour cela, après avoir résumé l'historique de cet agrume (1), je traiterai successivement l'histoire du cédratier, sa culture, ses caractères et les caractères et les usages de son fruit.

Dans un second chapitre, qui contiendra la majeure partie des recherches personnelles et des résultats nouveaux, j'étudierai successivement : la préparation des cédrats pour la confiserie, telle qu'on la pratique à Bastia ; la reconstitution au laboratoire de cette préparation-fermentation ; les méthodes et les résultats de l'isolement des germes, agents de cette fermentation ; la levure du cédrat ; la bactérie du cédrat ; la symbiose de cette levure et de cette bactérie ; enfin, la nature de la fermentation du cédrat.

Dans un troisième chapitre, je décrirai les procédés au moyen desquels on obtient les cédrats confits.

Le quatrième chapitre sera réservé à l'exposé des conclusions.

---

(1) Le terme d'agrume est employé couramment par les auteurs pour désigner soit les divers arbres du genre Citrus, soit leurs fruits.

CHAPITRE PREMIER

LE CÉDRATIER ET LE CÉDRAT

1° HISTORIQUE

Baillon a pu écrire, en 1855 : « Le fait est qu'il n'y a pas deux botanistes d'accord sur ce qui constitue une espèce dans le genre « Citrus ».

C'est ainsi que le terme français de « cédratier » ne correspond pas à une seule et même espèce botanique : il s'applique à tout un groupe d'arbres et d'arbustes du genre Citrus; les diverses formes de cédratiers n'étant, pour la plupart, que des variétés et des hybrides dérivées du cédratier de Médie, cédratier dont presque tous les auteurs, se basant sur son ancienneté, font une espèce.

L'essentiel pour l'étude que je vais faire est de pouvoir suivre dans les ouvrages des auteurs (1) *le* cédratier qui nous intéresse, ce qui est relativement facile, puisque depuis le v^e^ siècle, ses fruits n'ont pas cessé d'être exploités en confiserie et ont été les seuls cédrats à recevoir cette application.

En 1646, **Ferrari** (2) décrit le cédratier sous le nom de *Malum*

---

(1) Comme je n'ai pas toujours pu me procurer la première édition des ouvrages que je cite, je les place cependant dans cet historique en tenant compte de la date de cette première édition et je rapporte, au bas des pages, la date de l'édition que j'ai consultée, à laquelle se rapportent les références que j'indique.

(2) Cf. **J.-B. Ferrari** : Hesperides sive de Malorum avreorum cultura et usu 1646.

citreum vulgare ; il en donne trois belles reproductions : Citri flores (p. 59), Malum citreum vulgare (p. 61), et une coupe du fruit montrant l'épaisseur de l'écorce et le peu d'abondance de la pulpe (p. 63).

Dans le tome III de son ouvrage paru de 1797 à 1810, **Linné** (1) n'indique qu'un cédratier ayant valeur d'espèce et lui donne le nom de *Citrus Medica* (qui signifie citrus de Médie, et non citrus médicinal, comme l'ont écrit certains auteurs). Ce cédratier est bien, d'ailleurs, celui dont on confit les fruits, **Linné** mentionne cet usage.

En 1811, **Gallésio** (2) écrit que celui des cédratiers auquel on doit attribuer la valeur d'une sous espèce, à l'exclusion des autres qui ne sont que des variétés ou des hybrides, est le cédratier de Médie et il le dénomme *Citrus medica cedra*.

En 1813, **Risso** (3) décrit, comme cédratiers, une espèce, *Citrus medica*, et trois variétés : *Citrus medica fructu Maximo* (cédrat à gros fruits ou cédrat de Gênes), *Citrus medica tuberosa* (cédrat monstrueux) et *Citrus medica Florentina* (cédrat de Florence). C'est très certainement à son *Citrus medica* que correspond le cédratier de Corse.

En 1818, **A. Risso** et **A. Poiteau** (4) rangent dans leur groupe des « cédratiers ou citroniers » 17 variétés parmi lesquelles on retrouve celles de **Ferrari**. Le cédrat à confire est ici dénommé *Citrus medica vulgare* et les auteurs donnent de lui deux splendides planches en couleur (Planches 96 et 97 de l'édition de 1872).

---

(1) Cf. **Linné :** Species plantarum exibentes plantas rite cognitas ad genera relata 1797 à 1810.

(2) Cf. **Gallesio** : Traité du Citrus, 1811. — J'ai consulté l'édition de 1829.

(3) Cf. **A. Risso :** Mémoire sur l'histoire naturelle des Orangers, bigaradiers, limettiers, cédratiers, limoniers ou citroniers cultivés dans le département des Alpes-Maritimes. In : Annales du Museum d'histoire naturelle. Paris. Tome XX, 1813.

(4) Cf. **A. Risso** et **A. Poiteau** : Histoire naturelle des Orangers. 1818. — J'ai consulté l'édition de 1872.

En 1824, **Aug. Pyr** et **Alph. de Candolle** (1) ne font que confirmer ce qu'a établi Risso en 1813.

En 1836, **Duchesne** (2), donne pour les cédratiers une espèce, *Citrus medica vulgaris* et répartit les autres variétés au nombre de quinze, en trois groupes : Poncires, vrais cédrats et cédrats limonés. Le cédratier dont on confit les fruits est son *Citrus medica vulgaris*.

En 1855, **Baillon** (3), n'admet plus qu'une espèce dans tout le genre Citrus, le *Citrus aurantium*, et fait de tous les autres citrus des variétés de celui-là. Il place les cédratiers dans son groupe des Limoniers et n'en parle que d'une manière générale sans même citer les diverses catégories de cédratiers.

En 1868, **Cazin** (4), entend sous le nom de *Citrus medica* le citronier proprement dit et donne aux cédratiers le nom spécifique de *Citrus cedra*.

Guibourt (5) en 1869, adopte pour le genre Citrus la classification établie par **Gallésio** en 1811, mais donne le nom plus précis de « cédratier » au « citronier » de cet auteur. Il ne décrit, comme cédratier, que celui dont on utilise les fruits en confiserie et l'appelle *Citrus cedra*.

G. Planchon (6) en 1875, **Cauvet** (7) en 1877, **Fluckiger** et **Hanbury** (8) en 1878, **Planchon** et **Collin** (9) en 1896,

---

(1) Cf. **Aug. Pyr.** et **Alph. de Candolle :** Prodromus. — J'ai consulté le tome I de l'édition de 1873.

(2) Cf. **Duchesne** : Répertoire des plantes utiles et des plantes vénéneuses du globe, 1836.

(3) Cf. **Baillon :** De la famille des Aurantiacées (thèse de médecine, Paris 1855).

(4) Cf. **Cazin :** Traité des plantes médicinales indigènes, 1868.

(5) Cf. **Guibourt** : Drogues simples, 1869 (tome III).

(6) Cf. **G. Planchon :** Traité pratique de la détermination des drogues simples d'origine végétale, 1875 (tome II).

(7) Cf. **Cauvet** : Nouveaux éléments de matière médicale, 1877 (tome II).

(8) Cf. **Fluckiger** et **Hanbury** : Histoire des drogues, 1878.

(9) Cf. **Planchon et Collin** ; Drogues simples d'origine végétale, 1896.

Louis Planchon (1) en 1904, ne citent eux aussi comme cédratier que celui dont on confit les fruits et le nomment *Citrus medica* (Risso).

Enfin **Tschirch** (2) en 1912 décrit rapidement le cédratier sous le nom de *Citrus medica* et distingue les sous espèces *C. medica* Subspec. *genuina*, *C. medica* Subspec. *Bajoura* et *C. medica* Subspec. *Limonum*. C'est à la première de ces sous espèces que correspond le cédratier de Corse.

2° HISTOIRE DU CÉDRATIER

Gallésio (3) dans son « Traité du Citrus » fait une telle mise au point de ce qui a été écrit jusqu'à lui sur le genre Citrus qu'il me paraît bon de le prendre comme interprète des anciens auteurs pour établir l'histoire du cédratier.

Il rapporte tous les citrus d'Europe à quatre types en se basant sur des traits caractéristiques dont la valeur ne se modifie pas. « Les semis, dit-il, ont été le moyen principal qui nous a servi de guide dans la recherche des espèces ». Ces quatre types sont :

A) Le citronier des juifs : *Citrus medica cedra fructu oblungo crasso eduli odoratissimo.* Gall.

B) Le limonier commun : *Citrus medica limon fructu ovato.* Gall.

C) Le bigaradier : *Aurantium vulgare medulla acri.* Gall.

D) L'oranger à fruits doux : *Aurantium vulgare.*

Gallésio donne à ces quatre types la valeur de sous-espèces qu'il condense en deux espèces : L'espèce citronier, qui comprend le *citronier des juifs* ou *cédratier*, plus le limonier et l'espèce oranger qui comprend le bigaradier et l'oranger à fruits doux.

---

(1) Cf. **Louis Planchon** : Matière médicale, 1904.

(2) Cf. **Tschirch** : Handbuch der Pharmakognosie (Lieferung 32). Décembre 1912.

(3) Cf. **Gallésio** : Traité du Citrus.

Le cédratier qui nous intéresse ici entre bien dans la sous-espèce « cédratier » de **Gallésio** ou tout au moins dans ses variétés ou dans ses hybrides. Cet auteur mentionne en effet ainsi les caractères propres à son espèce « citronier » : « Le citronier a toujours la « feuille à pétiole linéaire, le scion coloré d'un rouge violet, les « fleurs en partie hermaphrodites et en partie dioïques, la corolle « blanche en dedans et nuancée de rouge violet au dehors et les « étamines au nombre de 30 à 40, et le fruit oblong, jaunâtre, à « écorce tendre et adhérente à la pulpe » (1). Il donne ensuite, comme caractères particuliers à la sous-espèce « cédratier » : « Le « cédratier a été distingué par des branches courtes et roides, par « les feuilles vertes et oblongues, dont le pétiole est uni et continu « avec la nervure médiaire qui les partage, et par le fruit oblong, « formé d'une écorce épaisse, tendre et aromatique » (2). J'ajouterai que **Gallésio**, bien qu'ayant cité le terme de « cédratier » comme synonyme de « citronier des juifs » se sert presque exclusivement au courant de son étude du cédratier, du terme « citronier ». Il n'y a d'ailleurs aucun doute sur la synonymie de ces deux appellations. Ce n'est que plus tard, que **Guibourt** (3) remplacera, avec avantage, le nom trop vague et équivoque de « citronier » par celui, plus précis, de « cédratier ».

L'historique particulier fait par **Gallésio**, de sa sous-espèce citronier, s'applique donc, sans aucun doute, au cédratier de Corse.

Laissant de côté ce qui lui paraît appartenir à la légende, **Gallésio** ne cite comme étapes de l'extension géographique du cédratier (qu'il appellera, je le répète, partout, citronier), que celles qui lui semblent prouvées par des descriptions précises d'auteurs dignes de foi.

Pour cet auteur, parmi les quatre sous-espèces distinguées par lui, le citronier a apparu le premier et la Médie est son pays d'ori-

---

(1) Cf. **Gallésio**, *op. cit.* p. 71.
(2) Cf. **Gallésio**, *op. cit.*, p. 72.
(3) Cf. **Guibourt**, *op. cit.*, p. 620.

gine (1) : « Indigène en Médie, il a dû *se propager* promptement dans plusieurs provinces de Perse ».

Inconnu en Palestine au temps de Moïse, le cédratier était, aux débuts de l'ère chrétienne, *apprécié* des Grecs et des Romains qui, bien que ne le *cultivant* pas encore chez eux, le décrivaient déjà comme un fruit exotique extrêmement utile. **Gallésio** donne à ce sujet une traduction d'un passage de **Théophraste**, à l'égard duquel il dit : « On ne peut désirer ni plus de vérité, ni plus de précision ». De cette traduction, je rapporterai le passage suivant (2) :

« Tout le pays, dit **Théophraste**, situé à l'Orient et au Midi, « produit des plantes et des animaux qui lui sont particuliers : « Ainsi, on distingue dans la Médie et dans la Perse, parmi plu- « sieurs autres productions, la plante que l'on appelle *pomme de « Perse ou de Médie*. Ce fruit ne se mange point, mais il a une « odeur exquise, ainsi que ses feuilles qui sont très odoriférantes, « et ont la propriété de préserver les vêtements des teignes. Il est « d'une grande utilité pour arrêter l'effet du poison, et pour corri- « ger le défaut de l'haleine, puisque, si de sa pulpe on fait un jus, « ou une décoction quelconque et qu'on s'en rince la bouche, on « parvient à se donner une haleine suave ».

Virgile est le premier, parmi les latins, à parler du cédratier. **Pline** le désigne sous les noms divers de *Malus medica*, *Malus Assyria*, et *Citrus*, et ses écrits établissent nettement que le cédrat était, à son époque, *utilisé* à Rome comme contre-poison et comme « propre à donner de l'arôme aux hardes. »

Toujours est-il que, jusqu'alors, le cédrat n'est pas encore utilisé *comme aliment*. **Plutarque** le premier parle de cet usage particulier du cédrat, et encore, ni lui, ni **Apicius** qui lui consacre un chapitre de son traité de la cuisine, ne disent si on le mangeait cru ou sous la forme de confitures.

---

(1) D'où le nom spécifique *medica*.

(2) Cf. **Gallésio** : *op. cit.*, p. 199.

En outre, la culture du cédratier ne semble pas se propager aussi vite que son usage. **Gallésio** donne pour raisons de ce fait l'exigence de cet arbuste au point de vue du climat, et l'insuffisance que montraient *alors* à cet égard les divers pays où tous certainement on essayait déjà de l'acclimater : « Une infinité de passages, « que l'on trouve dans tous les anciens, dit **Gallésio**, nous « prouvent d'une manière incontestable, que le climat de l'Italie « et de la France étoit dans ces temps reculés beaucoup plus froid « qu'il ne l'est actuellement. Tel est certainement le véritable « obstacle qui a empêché les anciens d'acclimater en Europe le « citronier, dont les fruits étoient parfaitement connus des romains, « qui en faisoient un objet de luxe » (1).

Le même auteur ajoute : « Mais sa culture dut s'étendre dans l'Asie mineure », puis : « Du temps de **Dioscoride**, il étoit sans doute acclimaté en Cilicie », plus loin : « La manière dont **Josèphe** (2) s'exprime à propos de ce fruit (pomme de Perse, Citrus autorise à le regarder comme une production de la Palestine », enfin : « Rien de plus naturel que de le faire passer (le « cédrat) de la Palestine aux isles de la Grèce et de ces isles en « Sicile et en Sardaigne, où, en effet, il est acclimaté de manière « à l'y faire paroître indigène ».

Gallésio, étayant son opinion sur de nombreux arguments, fait remonter la première transmigration du cédratier en Italie à plus d'un siècle avant **Paladius** ; or, cet agronome vivait, d'après le même auteur, au v^e^ siècle de l'ère chrétienne ; il en résulte que le cédratier aurait été naturalisé en Italie entre le iii^e^ et le iv^e^ siècle de notre ère.

Les données que fournit **Paladius** sur la culture du « citronier » sont tellement analogues à celles que j'ai reçues de Corse tout dernièrement (indications que je mentionnerai plus tard) qu'il me semble intéressant de citer quelques fragments de **Paladius** ou

---

(1) Cf. **Gallésio**, *op. cit.*, p. 207.

(2) **Josèphe** : historien juif, né à Jérusalem, au ier siècle de notre ère.

plutôt, la traduction qu'en donne **Gallésio** : « Le citronier ne « doit adhérer à aucune autre plante..... Il aime singulièrement « les lieux chauds, mais humides et voisins de la mer, où il y ait « abondance d'eau, mais si l'on vouloit le forcer à végéter dans « un climat froid, il faudroit avoir soin de le placer dans un lieu « défendu par des murailles ou bien exposé au midi..... Les « citroniers aiment un labour très fréquent, c'est le moyen d'en « obtenir des fruits plus gros ».

Toujours d'après **Gallésio**, le cédratier fut en partie détruit en Italie lors de « l'invasion des Barbares », mais continua à prospérer à Naples, en Sicile et en Sardaigne, et c'est de là qu'il serait, pour cet auteur, passé en Ligurie au IX^e^ ou au X^e^ siècle.

En l'an 1003, le cédratier existe à Salerno, près de Naples. Ce n'est que plusieurs siècles après qu'on le cultive à « Riviera di Salo ». On le trouve plus tard encore, mais en tout cas, dès avant le XV^e^ siècle à Menton et à Hyères. « C'est à partir du XV^e^ siècle, écrit **Gallésio**, que sa culture a commencé à prendre dans les pays froids de l'Europe ».

3° CULTURE DU CÉDRATIER

Le cédratier pousse actuellement sur les côtes de Grèce, d'Italie, de la Sicile, de la Sardaigne, de la Corse, et d'Espagne. Les procédés de culture que je vais exposer sont applicables à tous les cédratiers, mais sont ceux pratiqués plus particulièrement en Corse.

Les principales régions de l'île livrées à la culture du cédratier sont situées autour de Casaglione, d'Aleria, et du Cap Corse. Ceci pourtant n'a rien d'exclusif, mais le cédratier, pour bien venir, exige toutefois, des conditions assez strictes.

A) TERRAIN

Les cédratiers sont assez conciliants au point de vue du sol. Comme les citronniers, ils préfèrent, néanmoins, les terrains légers, et les cultivateurs soucieux d'obtenir de bons résultats, doivent

Fig. 1. — Jeunes cédratiers.

éviter les terrains compacts et humides Je citerai à ce sujet un passage de la « Géologie de la Corse de **D. Hollande** » (1).

« La presqu'île du Cap Corse présente, au point de vue des « érosions et par suite des alluvions anciennes, des conditions spé- « ciales. Sur la côte occidentale, en général, les cours d'eau sont « peu développés et cependant assez encaissés, surtout à leur arri- « vée a la mer ; malgré cela, c'est ici que l'on rencontre surtout « les alluvions anciennes. Sur elles, sont de belles cultures, et c'est « plaisir de voir la lutte livrée à la terre par le propriétaire labo- « rieux qui élève une série de murs en pierres sèches pour arrêter « des lambeaux de sol arable situé sur des alluvions ou sur des « éboulis, sol arable sur lequel tout pousse avec une vigueur « extraordinaire. Tous les filets d'eau y sont jalousement captés ; « les sentiers qui donnent accès aux cultures y sont aussi étroits « que possible ; on ne veut perdre aucun pouce de terre cultivable. « La montagne, trop privée de forêts, a été pelée par les eaux plu- « viales ; mais les débris, entraînés par les cours d'eau, n'ont pas « été complètement perdus, une partie, ayant été fixée sur leurs « rives, fournit des sols arables bien arrosés, bien abrités contre les « vents insulaires aussi desséchants que violents, si bien que sur ces « bonnes terres poussent des orangers, des mandariniers, des « citronniers, des *cédratiers*, de la vigne ».

Le même auteur (2) écrit qu' « Il est possible d'établir en Corse « plusieurs zones (climatiques) au point de vue des plantes, zones « qui concordent assez bien avec celles signalées au point de vue « des chutes de pluie ».

D. Hollande différencie ainsi quatre zones, déterminées en

---

(1) Cf. **D. Hollande :** Géologie de la Corse, in : *Bulletin de la Société des sciences historiques et naturelles de la Corse*, 1917 (p. 396).

(2) Ces données ont été prises, avec l'autorisation de M. le professeur **Hollande,** son fils, dans l'œuvre posthume de **D. Hollande,** docteur ès sciences, collaborateur adjoint de la carte géologique de France. Ce travail doit paraître prochainement dans le *Bulletin de la Société des Sciences historiques et naturelles de la Corse,* sous le titre : Eléments de Géologie.

outre par l'altitude ; c'est dans la première de ces zones que vit le cédratier, à l'état cultivé ou sub-spontané : « La première zone, « dit l'auteur, va de l'altitude de 0 à l'altitude de 600 mètres. On « peut la considérer comme étant essentiellement la zone de la « vigne. On y trouve des cystes, des jasmins, des grenadiers, des « orangers, des mandariniers, des citronniers, des *cédratiers*, des « caroubiers, des dattiers et aussi le tamaris, l'olivier, le laurier-« rose, l'arbousier, le chêne-liège, l'eucalyptus, les bruyères, le « nerprum, le myrte, le buis, le pistachier, le lentisque, le téré-« binthe, etc. Le tout formant des fourrés parfois impénétrables, « c'est-à-dire le maquis. A citer encore le romarin, la lavande, le « thym, les menthes, l'asphodèle, la garance, le cotonier sau-« vage, etc... Enfin, à signaler les haies de cactus formées par « *Opuntia vulgaris*, *O. ficus indica* et *Agave americana* ».

« C'est le climat chaud, même l'hiver, mais avec des nuits « relativement froides. Les pluies n'y sont pas, le plus souvent, de « longue durée.

« Cette première zone se distingue encore par des plantes à « feuilles persistantes, c'est-à-dire par des arbres et des arbustes « toujours verts ».

B) **CLIMAT.**

A l'égard du climat, les cédratiers sont extrêmement difficiles. Ils craignent le froid, les vents, mais aiment le soleil et l'humidité. Très généralement, ces arbres succombent quand le thermomètre descend à — 2° ; mais ceci n'a rien d'absolu, et on a vu des cédratiers résister à cette température, et même à — 10°. La *durée* du froid a en effet une grande importance ; tant que la terre n'atteint pas à 2 cm. au-dessous du niveau du sol, la température de congélation, la racine continue son rôle d'absorption ; la sève qui, dans le cédratier, est, normalement, toujours en mouvement, n'est pas arrêtée, et la vie de l'arbre n'est pas en grand danger.

Il en est de même au sujet de la neige ; elle ne tue pas inévitablement les cédratiers, et ne leur devient vraiment funeste qu'au moment de la fonte, par l'eau glacée qu'elle fournit. Les culti-

vateurs industrieux ne la laissent pas séjourner sur les arbres, et disposent au pied de ces derniers soit de la paille, soit des feuilles, qui empêchent l'eau glacée de pénétrer dans le sol.

C) ETABLISSEMENT D'UNE PLANTATION.

Etant donnée la délicatesse des cédratiers, un cultivateur qui veut établir, en Corse, une plantation de ces arbres, doit choisir un emplacement situé au plus à 250 mètres d'altitude ; l'exposition au midi est presque indispensable et le terrain doit être abrité des vents du nord et des vents venant de la mer. Moyennant cette dernière précaution, il n'est pas nécessaire de pourvoir les jeunes plantations d'abris artificiels, dont l'usage est d'ailleurs inconnu en Corse.

Pour obtenir une plantation de cédratiers, on pourrait très bien procéder par semis ; puisque le cédratier est une espèce type, ce procédé ne lui ferait pas subir de modifications, et les arbres futurs n'en seraient que plus forts ; mais, là n'est pas la coutume, probablement à cause de la lenteur d'un tel mode de propagation.

On multiplie le cédratier par bouturage et franc de pied, c'est-à-dire sans avoir ensuite besoin de le greffer ; le plus souvent même, on plante directement la bouture à l'endroit même où l'on veut avoir l'arbre plus tard. Peut-être vaudrait-il mieux, du reste, passer par l'intermédiaire de la pépinière ou tout au moins, faire « raciner » les boutures dans des pots (1). Cela permettrait de soigner avec plus de minutie (en particulier au point de vue de la chaleur) le cédratier pendant son tout jeune âge, c'est-à-dire à l'époque où il est le plus délicat. Les cultivateurs corses sont, généralement, réfractaires à cette pratique.

---

(1) Cette opinion m'a été transmise par M. **Richaud**, pharmacien à Ghisonaccia, qui m'a dit la tenir de M. **Boyer**, Ingénieur agronome et ancien Directeur de l'Ecole d'Agriculture d'Ajaccio.

J'adresse ici à M. **Richaud**, mes biens sincères remerciements.

La mise en culture a lieu du 15 avril au 15 mai, dans un sol propre et meuble, à un mètre au moins de profondeur. Les boutures sont effectuées avec les « rameaux gourmands » ou « plumets » de l'été précédent ; on les prend de $0^m,40$ à $0^m,50$ de longueur, on supprime toutes leurs feuilles sauf les deux terminales, ne laissant des autres que le pétiole, et on les enterre de manière à ne laisser que deux yeux découverts. Ces boutures sont plantées à $3^m,50$, 4 mètres ou même 5 mètres les unes des autres, suivant la richesse du terrain, mais il ne faut sous aucun prétexte serrer les arbres davantage.

Le développement de ces boutures donnera directement l'arbre de rapport ; il n'y a pas lieu, je le répète, de greffer cet arbre, qu'on cultive ainsi, franc de pied (1).

D) **SOINS.**

Tout le long de son existence, mais surtout dans son jeune âge, le cédratier demande des soins minutieux et de toute nature ; je parlerai de la fumure et du sarclage du sol, puis de l'arrosage et de la taille.

a) Fumure du sol. — Le terrain des plantations de cédratiers doit être fumé abondamment et assez régulièrement. Pendant ses premières années, il serait avantageux de donner à l'arbre des engrais à décomposition rapide (2) ; on a tout intérêt en effet à hâter la croissance du cédratier, d'abord parce que de cette manière il deviendra plus vite productif, et surtout parce qu'on raccourcira la période pendant laquelle il est le plus sensible. Par la suite, il ne nécessitera plus qu'une fumure d'entretien, effectuée par exemple tous les ans au printemps et pour laquelle on utiliserait avec avan-

---

(1) Cependant, pour obtenir des arbres plus résistants aux maladies du collet et du pourridié, le cédratier est parfois greffé sur bigaradier.

(2) Cf. **A. Risso** et **A. Poiteau** : Histoire naturelle des orangers, 1818.

tage des engrais à lente décomposition. On emploie en Corse le fumier de ferme aussi bien que les engrais chimiques.

b) Sarclage. — Le sol doit toujours être maintenu propre et meuble autour des cédratiers ; ceci est assuré par des sarclages ou par des labourages.

c) Arrosage. — Malgré le défoncement du sol, qui permet au cédratier d'envoyer ses racines dans une région de la terre qui subit moins le contre-coup de la sécheresse du climat, des arrosages fréquents et copieux sont nécessaires pour que l'arbre fleurisse et fructifie normalement. Plus le terrain est léger, plus les arrosages doivent être fréquents puisqu'il ne s'y produit pas d'accumulation d'eau. L'insuffisance et l'excès d'humidité sont également défavorables au cédratier et produisent d'ailleurs les mêmes effets néfastes : la feuille se fane, jaunit et tombe, les fruits se détachent et l'arbre lui-même peut succomber. En somme, en terrain léger, les cédratiers, à partir des fortes chaleurs, se trouvent bien d'une irrigation hebdomadaire copieuse.

d) Taille — Cette pratique est nécessaire, l'arbre en s'élevant trop haut rendrait la récolte malaisée et ses fruits deviendraient plus nombreux mais trop petits. Cette opération est, en Corse, réalisée sans aucune règle fixe ; elle est effectuée dans la deuxième semaine d'avril et consiste généralement en un simple élagage. Les cultivateurs taillent leurs arbres tous les ans ou seulement tous les deux ans.

E) MALADIES DU CEDRATIER

Les maladies du cédratier sont dues, soit aux phénomènes atmosphériques (froid, neige, grêle, vent, humidité, sécheresse), soit au manque de soins. Le pourridié et la maladie du collet sont celles que l'on redoute le plus en Corse.

4° LE CÉDRATIER (Fig. 1)

Je puis, à ce sujet, rapporter ici deux passages de la merveilleuse histoire naturelle des orangers de **A. Risso** et **A. Poiteau** :

« Avec quelle magnificence la nature a embelli le cédratier, « disent ces auteurs (page 147). Elle lui a donné un port majes- « tueux, des feuilles brillantes, des fleurs purpurines auxquelles « succèdent des fruits dont la beauté et le volume étonnent en « même temps que le parfum suave qui s'en exhale fait éprouver « la plus douce sensation. Aussi la peinture de ces fruits a-t-elle « enrichi les immortelles poésies de Virgile, des Poutains, des Ala- « manni, et tous les écrivains agricoles en ont-ils parlé avec pompe « et admiration.

« Le cédratier se distingue encore de ses congénères par sa plus « grande propension à être continuellement en végétation ; ses « bourgeons se développent en tout temps ; de nouvelles feuilles « succèdent aux anciennes sans discontinuité ; ses fleurs brillent en « bouquets au sein même de l'hiver, et on le voit toujours chargé « de fruits naissants et de fruits mûrs ».

Les mêmes auteurs donnent, à la page 147, une description plus précise :

« La racine du cédratier ordinaire est grosse, rameuse, chevelue, « jaunâtre dans son intérieur et d'un blanc sale au dedans.

« Sa tige est droite, d'un gris rayé de blanchâtre, couverte de « rameaux roides, divisés, munis de longues épines ; les jeunes « pousses sont anguleuses et d'un rouge violâtre.

« Les feuilles sont oblongues, épaisses, d'un vert foncé, quel- « quefois arrondies à la base, toujours terminées en pointe au sommet, « plus ou moins dentées, portées sur des pétioles courts et dénués « d'ailes.

« Les fleurs, lavées de rouge ou de violâtre en dehors comme « celle du limonier, n'offrent aucune différence notable ».

Fig. 2. — Cédratier avec fleurs et fruits.

5° LE CÉDRAT (Fig. 2)

A) DESCRIPTION

Nous venons de voir que les cédratiers portent des fleurs pendant une grande partie de l'année, tout au moins à partir du mois de mai ; toutefois, ce sont celles du début de l'été, des mois de juin et de juillet qui assurent la récolte future.

Le fruit met quatre mois à mûrir et la récolte se fait d'octobre à janvier. L'arbre devient productif au cours de sa troisième ou de sa quatrième année. Il n'atteint son rapport normal qu'aux abords de sa huitième ou de sa dixième année, mais il existe des plantations ayant plus de quarante ans, qui sont encore en pleine production.

Chaque cédratier fournit en moyenne 70 à 80 kilogs de cédrats par année, le rendement peut même atteindre 100 kilogs et plus (1) **A. Risso** et **A. Poiteau** (2) écrivent sur le cédrat : « Le fruit « varie beaucoup en grosseur : dans son premier développement, « il est d'un rouge pourpre ; il verdit ensuite, et devient, dans la « maturité, d'un beau jaune safran ; alors, il est plus ou moins « gros, de forme oblongue, plus renflé vers le sommet que vers la « base, profondément sillonné à la surface, terminé par un mame- « lon, et quelquefois par le style qui persiste et prend un certain « développement. Sa chair est épaisse, blanche, tendre et d'une

---

(1) M. **Griscelli,** conseiller général de la Corse, m'écrit avoir vu cette année une petite plantation de 62 arbres rapporter à son propriétaire la somme de 33.800 francs au prix de 5 francs le kilog. de cédrat vendu sur l'arbre. Un simple calcul permet de voir que ces cédratiers avaient donné chacun une moyenne de 109 kilos de fruits. Je remercie M. **Griscelli** de tous les intéressants renseignements qu'il a bien voulu me communiquer.

(2) Cf. : **A. Risso** et **A. Poiteau** : *op. cit.*, p. 147.

« saveur douce ; la pulpe est verdâtre, peu considérable, divisée en « dix ou douze loges, et composée de vésicules oblongues qui con- « tiennent une eau acidulée.

« Les graines sont nombreuses, grosses, pointues à la base, « arquées, renflées au sommet, et terminées par une petite tête « oblique (long. 0,150-0,220 ; larg. 0,080-0,150 ; épais. 0,015- « 0,030) ».

Fig. 3. — Cédrat coupé transversalement : *a*, épicarpe avec glandes à essences ; *b*, mésocarpe ; *c*, endocarpe ; *d*, loge privée de graines, montrant les poils glanduleux.

Le cédrat de Corse répond très exactement aux caractères que donnent ici **Risso** et **Poiteau** : Sa taille est très variable ; certains cédrats pèsent en effet 100 gr., d'autres, 3 kgs, et on peut trouver tous les intermédiaires entre ces deux poids ; mûr, ce fruit est allongé, jaune et très rugueux. Une coupe transversale (Fig. 3) montre que le cédrat comporte, comme tous les fruits du genre

Citrus: 1° un épicarpe (*a*) mince, jaune verdâtre, où l'on distingue à l'œil nu des petites taches plus foncées qui correspondent à des glandes à essence; 2° un mésocarpe blanc, tendre et très épais (*b*); 3° un endocarpe (*c*) qui forme dix ou douze loges dans lesquelles il envoie des poils glanduleux; dans chaque loge, on observe une à quatre graines blanches et assez grosses.

Des coupes histologiques intéressant l'épicarpe et le mésocarpe du cédrat (Fig. 4) montrent que le premier de ces tissus, qui est limité extérieurement par un épiderme à cuticule épaisse et à nom-

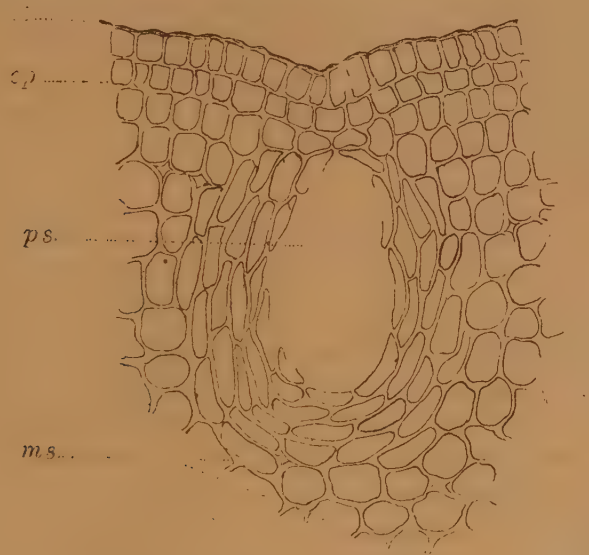

Fig. 4. — Coupe histologique intéressant l'épicarpe (*ep*) et le mésocarpe (*ms*) du cédrat; *ps.*, poche sécrétrice; *ct.*, cuticule.

breux stomates, est formé par des cellules petites et polygonales qui lui donnent une structure compacte; le mésocarpe, qui lui fait suite sans en être d'ailleurs séparé par une limite nette, est au contraire caractérisé par des cellules arrondies qui laissent entre elles des méats et donnent lieu à un tissu de plus en plus lâche au fur et à mesure que l'on s'approche de l'endocarpe. On observe, çà et là et coupés un peu dans tous les sens, les faisceaux vasculaires, mais l'élément le plus intéressant de ces coupes au sujet de l'étude qui

va suivre, est représenté par les glandes à essence. On observe en effet dans l'épicarpe du cédrat, comme dans ceux de l'orange et du citron, de très nombreuses *poches sécrétrices* à développement schizolysigène ; ces glandes sont généralement ellipsoïdales au lieu d'être sphériques ; elles sont constituées par plusieurs rangées de cellules aplaties tangentiellement et disposées suivant des cercles concentriques. Les cellules les plus internes sont les cellules sécrétrices proprement dites ; elles déversent, par rupture de leurs parois, leur sécrétion dans la cavité glandulaire : cette secrétion se présente sous la forme de petites gouttelettes jaune-clair que colore en rouge brun la teinture d'orcanette acétique (formule **Guignard**) ; plus tard, après que la première assise de cellules a sécrété son essence, l'assise sous-jacente devient à son tour fonctionnelle et, ainsi, peu à peu, la cavité de la poche sécrétrice s'agrandit.

Mise en évidence du glucose dans ces fruits. — J'ai fait, dans le cédrat, la recherche du glucose : Pour cela, j'ai haché finement des fruits qui étaient, je dois le dire, légèrement desséchés ; la pulpe obtenue fut placée dans une capsule de porcelaine et largement couverte d'eau distillée (100 gr. de pulpe dans 250 gr. d'eau) ; je laissais ainsi en contact 24 heures, en remuant de temps en temps avec un agitateur ; je passais ensuite au travers d'une gaze et exprimais la pulpe pour recueillir la majeure partie du liquide ; ce liquide, filtré sur papier, était alors déféqué au sous acétate de plomb : La liqueur de Fehling additionnée, après ébullition, de quelques centimètres cubes du filtrat de cette dernière opération, a donné, après nouveau chauffage, un précipité d'oxydule de cuivre, caractéristique de sa réduction.

J'ai, en partant du liquide de macération de la pulpe de cédrat et en opérant suivant la méthode préconisée par **G. Bertrand** (1), obtenu la glucosazone du cédrat ; j'en ai vérifié au microscope la

---

(1) Cf. **G. Bertrand** : Guide pour les manipulations de chimie biologique; 1913, Paris.

forme cristalline et ai contrôlé le point de fusion (230-232°) sur bain de mercure chauffé lentement sur la veilleuse d'un Bunsen. Il est absolument certain que les cédrats, légèrement desséchés sur lesquels j'ai expérimenté, renfermaient du glucose.

Bien que j'aie fait, à l'aide de la liqueur de Fehling, plusieurs dosages du glucose dans les cédrats, je ne puis en déduire des résultats dignes d'être notés ; j'ai, en effet, opéré sur des fruits insuffisamment et inégalement mûrs et mes résultats oscillent, de ce fait, entre 2 et 4 %.

D'autre part, il y a de grandes chances pour que le cédrat, comme tous les autres Citrus renferme de l'hespéridine, glucoside qui, en se dédoublant, donne naissance à du glucose ; c'est là, sans doute, à mon avis, ce qui peut expliquer la variabilité de la teneur en sucre, des cédrats.

B) USAGES DU CÉDRAT

Je ne citerai ici que les usages directs que l'on a fait ou que l'on fait encore du fruit du cédratier, me réservant de revenir, dans un chapitre spécial (1) sur tout ce qui a trait à sa confiserie.

J'ai déjà dit, lors de l'étude de l'histoire du cédrat, que les anciens utilisaient ce fruit de diverses manières :

D'après **Pline**, les Parthes se parfumaient la bouche avec les graines du cédrat et les Romains faisaient usage du fruit comme contre-poison. **Risso** et **Poiteau** rapportent à ce dernier égard, l'anecdote (historique ou légendaire) suivante :

« Tanara raconte qu'un roi d'Egypte ayant condamné deux « misérables à mourir par la morsure des aspics et des vipères, il « leur fut donné par une femme un de ces fruits qu'ils mangèrent : « Conduits au lieu du supplice, les morsures des reptiles ne furent « point vénéneuses. Ce fait ayant été rapporté au monarque, il « ordonna qu'on fît manger à l'un d'eux seulement de ces fruits ;

---

(1) Voir chapitre de la confiserie du cédrat, p. 73.

« conduits de nouveau au milieu de ces animaux, celui qui n'en « avait pas mangé mourut de suite, tandis que l'autre n'éprouva « aucune incommodité ».

Cette coutume d'utiliser le cédrat comme contre-poison est tombée depuis bien longtemps en désuétude, mais certains dérivés de ce fruit et en particulier son essence, existent encore de nos jours dans nos officines. **Risso** écrit à ce sujet :

« Dans les contrées où ces arbres (les cédratiers) ne sont pas « abondants, on se contente de couper finement l'écorce des fruits, « de saturer de son essence l'alcool qu'on emploie dans la compo- « sition des liqueurs fines et des elixirs cordiaux. Les mêmes écor- « ces sont employées en pharmacie à la préparation d'un sirop et « d'une eau distillée très utile, selon quelques praticiens, contre « les fièvres malignes et pernicieuses .... :

« ..... Dans les pays où les cédratiers sont très abondants, on « retire de ces fruits une huile essentielle limpide, d'un jaune « verdâtre, un peu moins légère que celle des limons. Cette huile « essentielle forme la base de l'eau aromatique de cédrat pour la « toilette ; elle entre dans la composition de l'eau des Alpes, de « celle de Cologne ; on l'emploie également en pharmacie pour « faire des pastilles et différentes autres préparations ».

Actuellement, la véritable essence de cédrat est rare, car les producteurs de cédrat ont plus d'intérêt à préparer ces fruits en vue de la confiserie, qu'à en extraire l'essence. Si on s'en rapporte aux auteurs anciens, tous sont unanimes à vanter les bienfaits du cédrat. Les fruits du cédratier et de toutes ses variétés sont, pour eux, cordiaux, stomachiques et fortifiants. **Virgile** lui-même ne dit-il pas :

« Media ſert tristes succos tardumque saporem.....
..... animas et olentia Medi,
Ora ſovent illo et senibus medicantur anhelis. »

que **Delisle** traduit ainsi :

« Et son suc (du cédrat) du vieillard qui respire avec peine,
Raffermit les poumons et parfume l'haleine. »

En terminant, il y a lieu de citer que le fruit du cédratier a été et est encore utilisé par les adeptes du culte juif ; en effet :

« Si l'on en croit l'historien **Josephe**, l'arbre Kadus dont les « Hébreux portaient les fruits à la fête des Tabernacles, n'était « autre chose que le cédrat. Cet usage ancien de se présenter à la « Synagogue le jour des Tabernacles avec un cédrat suspendu à « des palmes, subsiste encore aujourd'hui parmi ces peuples, qui « payent le triple de leur valeur les fruits qui conservent leur « pistil, qu'on appelle par cette raison *pitima*. » (cité d'après **Risso** et **Poiteau**).

CHAPITRE II

LA FERMENTATION DES CÉDRATS

EN VUE DE LEUR CONFISERIE

1° LA PRÉPARATION EN EAU DE MER, A BASTIA,

DES CÉDRATS POUR LA CONFISERIE

Nous savons que, en Corse, la préparation des cédrats en vue de leur confiserie ne remonte, d'après les renseignements qui m'ont été fournis, qu'à une date relativement récente.

Avant d'être confits, les cédrats doivent, par une préparation particulière, perdre leur dureté et acquérir un état spongieux très spécial. Les industriels y arrivent par un procédé relativement primitif; ils laissent simplement séjourner, pendant quarante jours, les cédrats dans de l eau de mer, celle-ci étant puisée directement de la mer au moyen d'une pompe à bras, à quelques mètres de la côte (Port de Bastia).

Les causes et le processus de la transformation des fruits dans l'eau de mer sont actuellement totalement inconnus de ces industriels ; ils ignorent que, comme nous le verrons bientôt, une fermentation très particulière s'établit, et, pour eux, l'immersion dans l'eau de mer ne répond qu'à un but : celui d'« enlever la crasse » des cédrats.

Nous étudierons plus tard le mécanisme intime de cette fermentation ; voyons pour l'instant les procédés industriels employés :

Le centre de l'industrie est Bastia. Dès la fin de novembre, les

fruits provenant des cultures de Casaglione, d'Aleria, du Cap Corse, sont amenés sur les quais du port au moyen de grands tombereaux, puis sont déversés en petits tas, à même le sol.

Dès lors, des ouvriers, appelés *saleurs*, procèdent en plein air (Fig. 5) au nettoyage et à la préparation des fruits. Assis sur de petits bancs, ces ouvriers ont devant eux une sorte de trépied sur lequel ils nettoient et traitent successivement chaque fruit ; munis de vide-pommes ou de couteaux, suivant sa qualité et sa grosseur,

Fig. 5. — Ouvrier « Saleur » en train de couper des cédrats et de les mettre en tonneaux.

ils creusent en son milieu ou sectionnent transversalement le fruit ; dans le premier cas, réservé aux plus beaux cédrats, le fruit traité se trouve privé de ses graines et de son endocarpe et ne conserve que son épicarpe coloré et son mésocarpe blanc, spongieux, résistant, et d'ailleurs très épais. Dans le second cas, qui est le plus fréquent, les fruits sont simplement coupés en deux morceaux, rarement en quatre ; les graines et les poils glanduleux de l'endocarpe demeurent.

Ces opérations, faites sans indications précises sans doute, mais appuyées néanmoins sur l'expérience, sont absolument indispensables, comme nous le verrons, pour que la fermentation ait lieu par la suite.

Les fruits ainsi préparés sont tassés dans des tonneaux, le plus

souvent dans des barriques de 250 litres, dont la bonde a été élargie de manière à donner un orifice rectangulaire de 30 cm. environ de côté. Les tonneaux pleins de cédrats sont alors remplis d'eau de mer et, afin d'éviter que quelques fruits ne viennent flotter à la surface du liquide, on recouvre l'ouverture de chaque barrique au moyen d'une grosse dalle. Ces tonneaux sont rangés les uns à côté des autres (Fig. 6), couvrent de grandes étendues, et embaument les quais.

La température extérieure, pendant la saison de la mise en fer-

Fig. 6. — Tonneaux de fermentation des cédrats, rangés sur un quai de Bastia

mentation des cédrats (novembre à février), varie généralement de + 13 à + 16 degrés centigrades le jour à l'ombre et, la nuit, oscille autour de + 10°.

Au deuxième ou troisième jour de la mise en tonneaux des cédrats, un abondant dégagement de gaz carbonique se manifeste ; l'eau de mer paraît bouillir. Au quinzième jour, le liquide des tonneaux est soutiré au moyen d'un orifice inférieur ayant environ 4 cm. de diamètre et maintenu fermé jusque là. L'eau de mer qui s'écoule est laiteuse ; la fin du liquide est marquée par l'apparition d'un dépôt crémeux, de couleur blanc jaunâtre, très abondant ; ce dépôt constitue, selon les ouvriers, la *crasse* des cédrats. Dans la suite, les tonneaux, dont les orifices inférieurs ont été fermés à nouveau, sont

remplis une seconde fois d'eau puisée directement à la mer. La fermentation, arrêtée momentanément par ces manipulations, reprend assez vite et, aux alentours du 20me jour, le liquide devient de nouveau louche, puis filant, gommeux. Au 40me jour, la préparation des fruits est terminée : Tout le mésocarpe a pris un aspect hyalin ; le fruit, très gonflé, est devenu une véritable éponge ; il exhale en entier l'odeur agréable du cédrat ; lorsqu'on presse entre les doigts un tel fruit coupé, on voit sourdre à la surface de la tranche, des gouttelettes d'eau de mer. C'est de cette manière que l'ouvrier s'assure que le cédrat est prêt à être soumis aux manipulations nécessaires à sa confiserie (1).

Assez souvent, faute de main d'œuvre — la récolte des fruits étant très abondante — il arrive que tous les cédrats ne peuvent être traités entièrement dès leur arrivée au port On obvie à cet inconvénient en immergeant simplement les fruits dans l'eau de mer sans les couper ; là, ils peuvent demeurer sans grands dommages un ou deux mois. De tels cédrats ainsi conservés seront plus tard traités comme des cédrats frais.

Une telle pratique donne parfois lieu à des déboires, surtout au mois de mars : c'est ainsi, par exemple, que certains fruits, piqués, coupés ou meurtris, noircissent facilement, entraînant en partie le noircissement du liquide, fait regrettable qui ne se produit d'ailleurs qu'au contact de l'air et s'arrête à une distance relativement faible du niveau du liquide dans les tonneaux. Je n'ai pu m'assurer de l'origine de ce noircissement, mais il semble, d'après les indications qui m'ont été fournies à Bastia, qu'il soit le résultat du développement d'une mélanine produite sous l'influence d'une tyrosinase, oxydase secrétée par un microbe ou un élément mycélien agissant sur un dérivé phénolé. Ce noircissement est appelé par les ouvriers « *La maladie noire* » (2).

---

(1) Un cédrat bien préparé montre, quand on le presse, son mésocarpe entièrement hyalin ; le fait d'offrir dans ces conditions, des régions blanches, opaques, indique une fermentation imparfaite et non totale.

(2) Il existerait également, paraît-il, une « maladie verte ». Je n'ai pu avoir de renseignements précis à son sujet et n'ai pu moi-même l'observer.

Au quarantième jour, lorsque les cédrats sont devenus hyalins, afin d'éviter toute altération future et pour arrêter la fermentation, on ajoute dans les tonneaux 15 à 20 kilogs de chlorure de sodium par 200 litres d'eau de mer ; tout dégagement gazeux cesse dès lors, et les tonneaux sont fermés au moyen d'étoupe et de plaques de fer. Puis, ils sont embarqués (Fig. 7) et expédiés tels quels aux confiseurs des divers pays.

Fig. 7. — Embarquement des tonneaux remplis de cédrats prêts à être confits.

— *Clayton O. Smith* a signalé en 1913 (Cf. *Smith*, « Black pit of Lemon » in Phytopathology, décembre 1913) sous le nom de « black pit », une maladie du citron qui commençait à causer d'assez grands dommages dans certaines plantations de citronniers du sud de la Californie : les citrons se couvrent, sur les arbres mêmes, de taches incrustées brunes ou noires ; ces taches sont dues à une bactérie

***

D'après l'exposé qui précède, on se rend compte aisément que, lors des manipulations qui viennent d'être décrites, c'est une *fermentation* des cédrats qui s'établit dans l'eau de mer. L'examen microscopique de la « crasse » montre, en effet, que ce dépôt est formé par une grande quantité de levures et quelques bactéries.

2° ÉTUDE DE LA FERMENTATION DES CÉDRATS AU LABORATOIRE

J'ai cherché à reproduire de toutes pièces au laboratoire la fermentation des cédrats. Pour réaliser cette opération et pour pouvoir la suivre, j'ai opéré dans de grands bocaux de verre, bouchés au coton et stérilisés préalablement au four Pasteur.

Les agents de la fermentation pouvaient être apportés soit par les cédrats, soit par l'eau de mer ; aussi, ai-je disposé, d'une part, des moitiés de cédrats stérilisées à l'autoclave (30 minutes à 115°) dans de l'eau de mer recueillie à Cette, et, d'autre part, des cédrats frais, tels que je les avais reçus de Corse, mais coupés en deux, dans de l'eau de mer de même provenance mais stérilisée au préalable.

Dans le premier cas, je n'ai obtenu aucune fermentation ; ce résultat n'eût d'ailleurs rien prouvé à lui seul, car il aurait très bien pu se faire que l'eau de mer des côtes de Bastia ne renfermât

---

que l'auteur a isolée et au moyen de laquelle il a donné le « black pit » à des citrons sains soit cueillis, soit sur l'arbre. A ma connaissance, cette maladie n'a jamais été signalée comme attaquant les cédrats, et il me semble bien qu'il n'y ait pas de rapport entre elle et la maladie noire du cédrat ; cependant, il serait intéressant d'essayer d'isoler l'agent de cette dernière.

pas les mêmes éléments microbiens que l'eau de mer des côtes de Cette.

Dans le deuxième cas, au contraire, j'ai pu suivre une fermentation typique : au sixième jour, des bulles de gaz ont apparu à la surface de section du fruit, puis le dégagement gazeux s'est effectué et est devenu assez abondant. Le trentième jour, le cédrat traité était devenu spongieux, hyalin ; au fond du récipient, on pouvait observer « la crasse » formée par un dépôt de levures.

Ayant alors ajouté la quantité voulue de chlorure de sodium pour arrêter la fermentation (40 gr. par 500 cm^3 d'eau de mer), j'ai pu observer que le cédrat demeurait, à partir de ce moment, sans modifications.

Les germes isolés, par la suite, du liquide de fermentation de ce cédrat ont pu être exactement homologués à ceux isolés du liquide de fermentations de cédrats faites en Corse.

3° ISOLEMENT DES GERMES, LEVURES ET BACTÉRIES

Comme matériel, j'ai reçu de Corse (1) — à part six cédrats frais qui m'ont servi pour l'étude histologique, les essais chimiques et les mises en fermentation — les produits suivants :

1° *Enveloppées séparément dans de la gaze stérilisée et du taffetas gommé :*

a une moitié de cédrat provenant d'une fermentation de dix jours en tonneau.

b) une moitié de cédrat provenant d'une fermentation de quinze jours

(1) Ces envois ont été effectués au Laboratoire de Microbiologie par MM. **Quilici** et **Giudicelli**, pharmaciens à Bastia. Je leur adresse ici mes vifs remerciements.

2° *Dans des ampoules stérilisées au préalable :*

a) 5cm3 de liquide de fermentation prélevé aseptiquement au 10e jour
b) 2cm3 — — — — 13e jour
c) 2cm3 — — — — 18e jour
d) 5cm3 — — — — 20e jour
e) 5cm3 — — — — 22e jour

3° *De la « crasse » des tonneaux dans un flacon stérile :*

J'ai fait pour chacune de ces sources des observations directes sur le vivant et des examens sur frottis fixés et colorés suivant diverses méthodes. Les prélèvements que nécessitait cette étude ne furent faits qu'après ceux destinés aux ensemencements afin d'éviter toute cause de souillure des cultures.

L'observation « in vivo », entre lame et lamelle, soit d'une goutte du liquide des ampoules, soit du produit de râclage de la surface de section des cédrats, soit de la « crasse », m'a permis d'observer la présence de levures et de bactéries ; les bactéries étaient immobiles et mesuraient environ 1 μ, 5 de long sur 0 μ, 5 de large.

Je pus dès cet examen me rendre compte que la proportion de ces germes variait suivant l'origine du prélèvement : c'est ainsi que par rapport à ce qu'on observe dans le produit de râclage de la surface de section des cédrats fermentés, le liquide des ampoules possède plus de batéries et moins de levures ; la « crasse » au contraire, est presque exclusivement constituée par des levures. Quant aux prélèvements effectués dans le cédrat, en profondeur, ils se montrent très pauvres, sinon totalement privés de germes.

Ces résultats ont été confirmés par l'examen des frottis fixés à l'alcool éther et soumis à différentes méthodes de coloration : La coloration simple au bleu de méthylène a été surtout favorable à l'examen des levures. La coloration par la méthode de **Gram** a établi que la ou les bactéries observées prenaient toutes le **Gram**.

La coloration aux éosinates à la soude de **Hollande** (1) teint

(1) Cf : **A. Ch. Hollande :** Solution colorante à base d'éosinates d'azur et de violet de méthylène, *in* : Comptes rendus des séances de la société de Biologie, tome LXXIX, 1916.

d'une manière homogène la bactérie en bleu ; la levure présente, par cette méthode, un noyau pourpre, un protoplasme bleu, et des granulations métachromatiques rouge violet.

L'application de la méthode de **Nicolle** et **Morax** pour la coloration des cils m'a donné des résultats négatifs.

Je suis autorisée à tenir pour exacts ces résultats par leur concordance avec les faits observés par M. le professeur **Hollande**, sur place, à Bastia où il a effectué des examens « in vivo » et « surfrottis». Ceci a le grand intérêt de me permettre de conclure que mes matériaux n'ont pas été souillés au cours du transport.

*
* *

Pour réaliser l'isolement des éléments contenus dans le liquide de fermentation, et de ceux situés à la surface et à l'intérieur des cédrats fermentés, j'ai procédé par ensemencements par stries et par gouttes, à la surface de divers milieux solides coulés en boîtes de Pétri, et en tubes de cultures. A cet effet, j'ai employé les milieux suivants :

1° *Bouillon ordinaire* à base de viande de bœuf, *gélosé à 3* 0/0.

2° *Bouillon ordinaire, gélatiné à 12* 0/0. Cette gélatine a été préparée à cette forte concentration en prévision de la température élevée que nous avons à Montpellier l'été au laboratoire (24-26°), température qui fait fondre la gélatine à 8 0/0, et pour n'avoir pas à changer alors la constitution du milieu.

3° *Milieu de Sabouraud*, modifié, ainsi constitué :

Sucre choisi	40 gr.
Peptones	10 gr.
Gélose	30 gr.
Eau de mer	1000 cm^3

Ce milieu a été préparé à base de glucose, lactose, maltose et saccharose.

Chaque prise d'échantillon se trouvait ainsi être ensemencée directement sur six milieux différents.

Pour chaque cédrat, j'ai procédé à deux séries d'ensemencements ; j'ai, en effet, effectué un 1er prélèvement à la surface de section du fruit, et un 2me prélèvement en profondeur, après avoir enlevé, à l'aide d'une lame de couteau stérile, une tranche de 1cm,5 environ d'épaisseur, coupée parallèlement à la section. Pour faire ces prélèvements, j'ai pressé entre les doigts de la main gauche le cédrat enveloppé dans sa gaze, et j'ai recueilli aseptiquement, avec un fil de platine en boucle, les gouttelettes que j'avais ainsi fait sourdre de la partie médiane du mésocarpe, à la surface de section du fruit.

Dans les ampoules, les prélèvements étaient faits au moyen du fil de platine ou de la pipette Pasteur.

Les gouttelettes ainsi recueillies étaient déposées en un point de la plaque nutritive, puis étalées sur toute la surface à l'aide d'un agitateur coudé stérile.

Les divers milieux ensemencés (boîtes et tubes), étiquetés, ont été abandonnés à la température du laboratoire (18°) dans un placard, à l'abri de la poussière ; les boîtes de Pétri avaient été tournées couvercles en bas, de manière à ce que la condensation de la vapeur d'eau ne s'effectuât pas au contact du milieu nutritif, où elle aurait risqué de noyer ou de mélanger les colonies.

Deux jours après l'ensemencement, tous les milieux, sauf ceux ensemencés avec les prélèvements faits en profondeur dans les cédrats, montrèrent de très nombreuses colonies.

Ces colonies présentaient macroscopiquement trois aspects particuliers, auxquels elles pouvaient toutes être rapportées : Sur gélose Sabouraud glucosée (à l'eau de mer), les colonies les plus abondantes ont, 48 heures après l'ensemencement, l'aspect de petites taches rondes de un demi à un millimètre de diamètre ; ces colonies sont légèrement saillantes, surélevées en une sorte de petite perle ; elles sont blanches, crayeuses, ou parfois plus ou moins jaunes ou crémeuses.

A l'examen microscopique, on remarque qu'il s'agit là d'une levure ou d'une forme levure.

En outre de ces colonies de levures, sur la plupart des milieux

ensemencés, on remarquait la présence de très petites colonies n'ayant qu'un à deux dixièmes de millimètre de diamètre trois jours après l'ensemencement, et un demi-millimètre environ six à sept jours après leur apparition.

Certaines existaient à la surface des milieux, d'autres dans la profondeur, et l'aspect des premières était bien différent de celui des secondes.

Sur gélatine bouillon, les colonies en surface sont peu visibles à l'examen direct par réflexion ; au contraire, par transparence, et sous une certaine incidence des rayons lumineux, elles paraissent colorées par un pigment à aspect fluorescent.

Les colonies en profondeur sont formées par de petites sphères de deux à trois dixièmes de millimètre (5 jours après l'ensemencement); elles sont plus on moins opaques et ont une couleur légèrement brunâtre.

A l'examen microscopique, on constate que ces deux dernières sortes de colonies sont formées par des bactéries immobiles à **Gram** positif.

Pour l'étude des levures isolées, je me suis servie de colonies repiquées et cultivées sur la Gélose glucosée de Sabouraud, faite avec de l'eau de mer. J'ai choisi le glucose parce que j'avais remarqué qu'à l'ensemencement direct, ce sucre m'avait permis d'obtenir un plus grand nombre de colonies par rapport aux autres sucres ; le lactose, en outre, s'étant révélé milieu très défavorable. Je me suis au contraire servie de la Gélatine-bouillon à 12 % pour repiquer et conserver les bactéries isolées, ayant constaté que c'était sur ce milieu que ces éléments se développaient le mieux.

4° ÉTUDE DES LEVURES

A) CARACTÈRES DE CES LEVURES

a) Forme et Structure. — Bien que la forme, en raison de sa variabilité, ne soit pas chez les levures un caractère de différenciation, je puis dire que d'après les différentes formes de

levures que j'ai observées, les levures du cédrat sont homologues au type *ellipsoïdeus*. En effet, les cellules sont très généralement ovales ou elliptiques, elles ne sont jamais pointues et s'éloignent de ce fait du type *apiculatus,* auquel se rattache le *Saccharomyces apiculatus* de **Hansen**, espèce qui se trouve en abondance sur les fruits mûrs.

Les éléments les plus grands des levures du cédrat de Corse mesurent 4 à 5 μ de long sur 3 à 3,5 μ de large (Fig. 8). Le noyau, que j'ai coloré à l'hématoxyline au fer, a environ 1 μ de diamètre. En culture, et surtout en milieux liquides, il se produit de minces

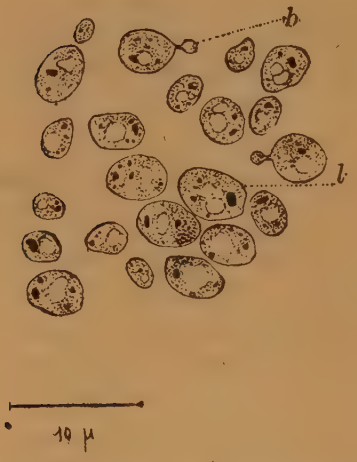

Fig. 8. — Levure de la fermentation du cédrat, grossie 2.100 fois : *b*, bourgeon ; *l*, cellule adulte.

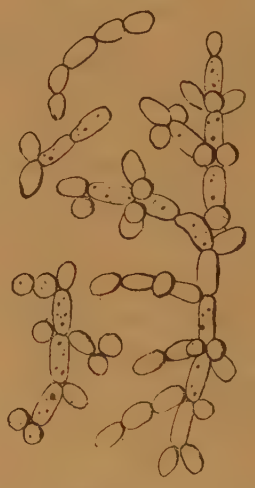

Fig. 9. — Levure du cédrat : végétation de voile obtenu sur moût de bière (× 2.100).

faux myceliums, bourgeonnant de place en place quelques éléments disposés plus ou moins en verticilles (Fig. 9).

Dans les levures, on remarque une assez grande abondance de métachromatine ; celle-ci apparaît surtout bien après fixation à l'alcool-éther, sur des frottis préalablement desséchés et colorés ensuite, soit par l'emploi d'une vieille solution de bleu de méthylène, soit par du bleu polychrome préparé à la soude selon la

méthode préconisée par **Hollande** (1). Dans ce dernier cas, je laissais le colorant dix minutes en contact avec le frottis, je rinçais à l'eau distillée, et je différenciais en quelques minutes par le Glycol-glycérine de **Beauverie-Hollande**, ou par le Glycerinathermischung de **Grübler**.

Pour compléter cet examen histologique, je mentionnerai que j'ai parfois constaté dans les levures la présence de gouttelettes réfringentes incolores, qui se teignent en noir par l'addition d'une goutte de solution aqueuse d'acide osmique à 1% ou qui prennent une coloration jaune-orangé sous l'influence d'une petite quantité d'une solution alcoolique (alcool à 80°) de Sudan III (caractères des graisses). Dans ces mêmes levures, le liquide de *Lugol*

(KI, 2 gr. ; I, 1 gr. ; H^2O, 200 cm.^{3})

permet de mettre également en évidence des vacuoles ou des inclusions se colorant en brun violacé (caractères du glycogène).

b) Bourgeonnement. — La multiplication des levures se fait par bourgeonnement ; l'apparition du bourgeon a généralement lieu à l'une des extrémités apicales de la levure, mais j'ai observé parfois des bourgeons latéraux. Le bourgeon, qui est uni à la cellule-mère par un étroit pédoncule, se détache de celle-ci lorsqu'il a atteint au plus le tiers de sa longueur. Souvent, ces pédoncules, ainsi que leur point d'insertion à la cellule-mère, se colorent en rose par les éosinates de **Hollande**.

c) Formation des voiles. — J'ai obtenu la formation de voiles sur eau de mer peptonée sucrée, sur moût de bière, et sur liquide de macération de cédrat. Ces voiles apparaissent sous la forme de petites taches disséminées à la surface du liquide nutritif et d'une collerette qui se forme au point d'affleurement du liquide contre le

---

(1) Cf. **J. Beauverie** et **A.-Ch. Hollande** ; Corpuscules métachromaques des champignons des teignes, *in* : Comptes rendus des séances de la Société de Biologie, tome LXXIX, p. 604.

récipient ; si on opère en tubes à essai, les taches s'étendent, puis s'unissent entre elles et à la collerette, donnant ainsi un voile complet peu après l'apparition de ses premiers rudiments ; si, au contraire on opère en fioles d'Erlenmayer, le voile reste le plus souvent sous forme de taches isolées.

Examiné au microscope, le voile jeune se montre formé de levures plus petites que celles qui constituent le dépôt des tubes ; le voile plus âgé est formé de cellules disposées en rameaux, ainsi qu'il l'a déjà été dit précédemment (Fig. 9).

Le temps d'apparition des voiles sur les milieux liquides ensemencés avec les levures, varie avec la température ; je consignerai ici les résultats que j'ai obtenus parallèlement sur moût de bière et sur liquide de macération de cédrat, en fioles d'Erlenmayer de 30 cm³ contenant 1 cm. 5 de hauteur de liquide nutritif.

à 15° le voile commence à apparaître le 18me jour.
à 16°,5 — — — 15me —
à 22° — — — 12me —

d) Sporulation. — J'ai cherché à obtenir la formation des spores en appliquant la méthode d'*Engel* ou « du bloc de plâtre ». Je coulais à cet effet, dans des petits cylindres de carton de 4 cm. de diamètre et de 1 cm, 5 de hauteur, une bouillie faite avec du plâtre de Paris et de l'eau ; pendant la solidification, je faisais glisser l'ensemble sur la table d'opaline du laboratoire en appuyant fortement, ce qui m'assurait une base inférieure parfaitement lisse. Quand la prise avait eu lieu, je fendais le carton et développais très aisément le petit cylindre de plâtre. Ce cylindre était placé, la surface lisse en haut, dans une boîte de Pétri petite mais assez profonde (2 cm) avec 0 cm, 5 de hauteur d'eau distillée ; cet ensemble était stérilisé à l'autoclave, en 30 minutes, à 115°.

Je prenais ensuite aseptiquement, sur une plaque de Gèlose-Sabouraud-glucose (eau de mer) une petite quantité de culture jeune de levures (gros comme un grain de millet) et la déposais sur le plâtre ; sur chaque plâtre, je disposais ainsi six à huit petits amas de levures. J'ai, en un temps plus ou moins long suivant

la température, mais d'une manière constante, obtenu la sporulation. Mes expériences m'ont, à ce point de vue, fourni les données suivantes:

à 15°, l'apparition d'ascospores a lieu dès la 6me heure après l'ensemencement
à 18°, — — — 12me — —
à 26°, — — — 12me — —

J'ai étudié histologiquement la formation des spores en faisant des frottis avec les petits amas de levures disposés sur les plâtres dont il vient d'être parlé et en colorant ces frottis fixés à l'Alcool-éther, par la méthode de *Ziehl-Neelsen* recommandée par **Beauverie** (1). Les spores formées se sont montrées acido-résistantes;

Fig. 10. — Asques de la levure du cédrat : *a*, ascospores complètement formées ;
b, ascospores en voie de formation.

elles gardent ainsi, après action de l'acide azotique au tiers, la teinte rouge qu'elles ont prise au contact de la fuchsine; les levures non sporulées perdent au contraire cette coloration et revêtent la teinte de fond, en l'espèce, le bleu de méthylène.

Sur la figure 10, j'ai représenté par une teinte grise tout ce qui, sur les frottis, était coloré en rouge, et par un pointillé léger les éléments ayant pris le bleu de méthylène; j'ai laissé en blanc ce qui ne se colorait pas dans les levures de mes préparations.

---

(1) Cf. **J. Beauverie**: Quelques propriétés des Ascospores de levures-Technique pour leur différenciation, *in* : Comptes rendus de la société de biologie, séance du 6 janvier 1917, tome LXXX.

Les dimensions des spores varient énormément, de telle sorte qu'il existe des microspores, des macrospores et quelques formes intermédiaires ; les microspores mesurent environ 1 μ de diamètre alors que les macrospores atteignent normalement 2 μ,5, les formes intermédiaires ayant approximativement 1 μ,5. Ces spores ne sont pourvues que d'une seule membrane et sont encloses dans des asques qui en contiennent, le plus souvent, une ou deux, et rarement, pour ne pas dire exceptionnellement, trois. Je n'ai jamais observé plus de trois spores par asque.

La coloration des frottis par la méthode de *Ziehl-Neelsen* m'a permis d'observer divers stades de la sporulation. La levure qui va sporuler condense son protoplasme en un ou plusieurs amas, dont le nombre déterminera celui des spores dans l'asque futur. Cette coloration s'accentuant, les colorants teintent d'une manière plus intense, quelquefois même exclusivement ces sphérules protoplasmiques ainsi isolées, laissant incolore le reste du protoplasme d'ailleurs destiné à disparaître. La spore devient ensuite acido-résistante, l'acido-résistance résultant d'une modification de la membrane sporale, comme le montre la répartition de la teinte rouge sur les frottis (Fig. 10 *a*).

Indépendamment de l'acido-résistance de la spore, j'ai également pu observer celle, partielle, de la membrane de l'asque.

Sur les frottis colorés par la méthode de Ziehl-Neelsen, on voit ainsi que la membrane de l'asque ne se montre pas uniformément acido-résistante ; l'acido-résistance se manifeste le plus souvent au niveau de la cloison qui sépare les spores (Fig. 10 *b*) ; dans d'autres cas, au contraire, l'acido-résistance se révèle en la région de la membrane de l'asque la plus distante de cette cloison ; lorsque l'asque est unisporé, seul, naturellement, le deuxième cas peut être observé.

e) Milieux de culture et réactions biologiques. — Dans le but d'identifier les levures du cédrat, je les ai cultivées sur un certain nombre de milieux ; je vais les indiquer et signalerai en même temps les caractères de culture observés.

Je me suis servie pour ces cultures, de plusieurs souches de levures isolées, soit de l'eau de mer de fermentation, soit des cédrats mis en fermentation. Toutes les souches examinées ont réagi pareillement sur les milieux considérés. J'ai été ainsi amenée à reconnaître qu'il n'y avait qu'une seule et même levure. Ce sont donc les caractères de la levure type du cédrat qui seront mentionnés actuellement.

Eau peptonée. — (Peptones, 10 gr.; NaCl, 5 gr.; H^2O, 1000 cm^3; légère acidification).

Dans ce milieu, la levure du cédrat ne fait que végéter, sous la forme d'un très léger dépôt blanc crémeux; le liquide surnageant reste clair, il ne se forme ni collerette gazeuse, ni voile; quand on roule le tube de culture entre les mains, le dépôt monte dans le liquide sous la forme d'une flamme; on se rend alors très bien compte qu'il n'est pas pulvérulent, mais plutôt de nature visqueuse.

Bouillon ordinaire. — (500 gr. de viande de bœuf, 1 gr. de phosphate de soude, 5 gr. d'Na Cl et 25 gr. de peptones pour 1000 cm^3 d'eau; légère acidification).

Les résultats sont ici les mêmes qu'en eau peptonée.

Gélose inclinée, ou coulée en plaque dans des boîtes de Pétri (Gélose à 3 % dans le bouillon ordinaire cité ci-dessus).

La levure donne des colonies blanc-jaunâtre visqueuses et d'aspect crémeux; rondes et à bords lisses quand elles sont jeunes, elles prennent, au fur et à mesure qu'elles vieillissent, des bords plus ou moins ondulés.

Gélatine inclinée ou coulée en plaque dans des boîtes de Pétri (Gélatine à 12 % dans le bouillon ordinaire cité ci-dessus).

On observe les mêmes résultats que sur Gélose. La gélatine n'est pas liquéfiée.

Gélatine ensemencée en piqûre. — La levure forme tout le long de la piqûre des petites colonies rondes à aspect crémeux et on n'observe pas de liquéfaction du milieu.

Milieu de Sabouraud modifié, incliné ou coulé en plaque dans des boîtes de Pétri (sucre choisi, 40 gr. ; Peptones, 10 gr. ; Gélose, 30 gr, ; Eau de mer, 1.000 cm. ^{3}).

La levure, sur ce milieu, pousse avec le même aspect que sur la gélose, mais les colonies apparaissent plus rapidement et atteignent de plus grandes dimensions.

Sucres attaqués. — L'addition des différents sucres aux divers milieux dont je me suis servie comme véhicules (eau de mer, eau de mer peptonée, ovalbuminate de soude) a été réalisée au moyen du procédé « des papiers sucrés tournesolés » préconisés par **Hollande** et **Beauverie** (1).

Les sucres attaqués par la levure du cédrat, cités d'après l'action décroissante de la rapidité de leur attaque, sont le glucose, le lévulose, le saccharose et le maltose Dans l'eau de mer sucrée tournesolée et dans l'eau de mer peptonée sucrée tournesolée, l'attaque du sucre ne se manifeste que par une acidification du milieu.

L'inuline, le lactose et la mannite ne sont pas attaqués par la levure du cédrat.

Ovalbuminate de soude. — Formule **Hollande** et **Fumey** (2). La levure ensemencée dans ce milieu ne lui fait subir aucune modification ; en ovalbuminate de soude additionné des sucres favorables et tournesolé, la levure pousse sous forme d'un dépôt très peu abondant et provoque une légère acidification, insuffisante toutefois pour entraîner la gélification du milieu.

Milieu de Hansen (Peptones, 1 gr. ; sucre choisi, 5 gr. ; phosphate de potassium, 0 gr. 3 ; sulfate de magnésie, 0 gr. 2 ; eau distillée, 100 cm^3).

---

(1) Cf. **Hollande** et **Beauverie** : Différenciation rapide des bacilles du groupe Eberth-Coli, par l'emploi de papiers réactifs collodionés. In : Comptes rendus des séances de la Société de Biologie, tome LXXVIII, p. 722.

(2) **Hollande** et **Fumey** : Emploi de l'ovalbuminate de soude et des papiers réactifs tournesolés sucrés dans la différenciation des bacilles dysentériques ; gélification de l'alcali albumine. In : Comptes rendus des séances de la Société de Biologie (Séance du 10 novembre 1917, p. 835).

Sur ce milieu, très avantageux pour le développement des levures, on constate que, deux jours après l'ensemencement de la levure dans des tubes à essai de 15 cm. × 1 cm., 5, renfermant 10 cm³ de milieu de **Hansen**, à base de l'un des sucres fermentescibles, il se forme une collerette gazeuse continue ayant 3 à 4 millimètres de hauteur ; on observe, de plus, dans la colonne liquide, une multitude de petites bulles de gaz en train de se dégager. L'addition de tournesol à ce milieu n'offre pas d'intérêt ; on ne peut, en effet, observer de virage, car le milieu de **Hansen** est normalement acide. La levure pousse ici, très abondamment, en profondeur.

Moût de bière (1) (stérilisé à l'autoclave à 120° pendant 20 minutes).

Dans ce milieu, la levure se développe d'abord sous la forme d'un dépôt blanchâtre, puis donne un voile dont le temps d'apparition varie, nous l'avons vu, avec la température de culture. Le dégagement gazeux, résultant de la fermentation, n'est bien évident que si l'on opère en petits ballons à peu près entièrement remplis par le milieu nutritif.

Liquide de macération de cédrat. (Un demi-cédrat, pulpé est mis à macérer pendant 24 heures dans 200 cm³ d'eau distillée, au bout de ce temps, le filtrat est stérilisé à l'autoclave à 115° pendant une demi-heure).

Les résultats sont ici absolument semblables à ceux observés sur moût de bière.

Sérum de cheval, gélifié. — La levure végète à peine et ne creuse pas du tout le milieu ; elle ne secrète donc pas de ferments protéolytiques.

Blanc d'œuf pur, gélifié (Le blanc d'œuf, transvasé aussi aseptiquement que possible à l'aide d'une pipette stérile dans une boîte

---

(1) Je me suis procuré ce moût de bière, à la brasserie malterie Zimmer (Montpellier).

de Petri stérile, est gélifié au bain de sable à 70° et stérilisé par trois tyndalisations à 100°, à 24 heures d'intervalle).

La levure ici encore, ne fait que végéter. Il n'y a donc pas de protéolyse.

Bouillon et eau peptonée avec *cubes de blanc d'œuf coagulé* (Les petits cubes de blanc d'œuf coagulé par la chaleur sont découpés à l'aide d'un gros fil de platine en spatule, et introduits aseptiquement dans des tubes contenant 10 cm^3 d'eau peptonée ou de bouillon).

La levure dans ces nouvelles conditions, végète, mais n'attaque pas davantage le blanc d'œuf.

Ces résultats concordent avec la non-liquéfaction de la gélatine.

Lait.— La levure ensemencée dans du lait et dans du lait tournesolé ne fait subir aucune modification à ces milieux.

Cellulose. — J'ai recherché si la levure du cédrat attaquait la cellulose; pour cela, j'ai utilisé comme sources de cellulose, du coton hydrophile, des petites bandelettes de papier buvard, et du papier buvard effiloché, tenus en suspension les uns et les autres, d'une part dans de l'eau de mer seule, d'autre part dans de l'eau de mer peptonée. Je n'ai jamais observé l'attaque de la cellulose dans ces conditions; nous verrons que ceci concorde avec les faits observés sur les coupes histologiques faites dans les cédrats fermentés (Fig. 11).

Milieux à base d'acides — J'ai essayé de cultiver la levure sur eau de mer additionnée d'acide citrique, d'acide malique ou d'acide tartrique; ces acides étant incorporés dans la proportion de 0,1 0/0 à 1 0/0; je n'ai pas observé de développement dans ces milieux; ces acides ne servent donc pas d'aliments propres aux levures.

Milieux anaérobies. — En gélatine pour anaérobies (gélatine, 150; glucose, 10; Na Cl., 5; glycérine, 5; eau, 1000) disposée en tubes de Vignal de 0 m. 80, la levure du cédrat pousse et donne, au bout de 15 jours une trentaine de bulles gazeuses.

En dernier lieu, j'ajouterai que la *température optima* de culture de cette levure oscille autour de 20°. A 42° et au-dessus, elle ne pousse plus.

Indice d'atténuation : La levure du cédrat produit sur moût de bière une atténuation qui fait passer la densité de ce liquide de 1053 à 1044, les opérations étant effectuées à 24° et sur des cultures de 25 jours.

Il ressort de ces différents essais que la levure du cédrat n'est pas protéolytique et ne secrète pas de ferment attaquant la cellulose. Les sucres attaqués, précédemment indiqués, demeurent son aliment de choix.

Comme je l'ai dit au début de l'étude de ces milieux, j'ai fait porter mes essais sur une dizaine de colonies diverses de levures, isolées antérieurement sur différents milieux ; toutes les souches de levures examinées s'étant comportées de la même façon, en particulier sur les sucres, je n'ai donc pu isoler du cédrat et de son eau de mer de fermentation qu'une seule et même levure.

B) DETERMINATION DE LA PLACE DE LA LEVURE DU CEDRAT DANS LA CLASSIFICATION DES LEVURES

Je me suis efforcée de déterminer la place de la levure que j'ai isolée de la fermentation du cédrat ; mais, tout d'abord, il me fallait rechercher s'il s'agissait bien d'une *levure*, au sens classique du mot.

D'après **Guilliermond** (1) : « On entend par « levure », au sens botanique, tout champignon unicellulaire, quelles que soient ses propriétés bio-chimiques, de forme ovale ou sphérique, qui se multiplie par bourgeonnement. »

L'examen de l'élément isolé, sur le vivant, puis sur des frottis fixés à l'alcool-éther et simplement colorés par une solution

---

(1) Cf. **Guilliermond** : Les levures-1912. (édité chez Doin), p. 1.

aqueuse de bleu de méthylène à 1 o/oo, m'ont permis de reconnaître dans nos éléments la formation de bourgeons apicaux ou latéraux typiques. (voir Fig. 8).

Mais une autre question se posait: La levure isolée était-elle une forme levure ou une vraie levure?

« La plupart des vraies levures, dit encore **Guilliermond** (1), se distinguent nettement des *formes levures* par leur aptitude à produire, à certains moments de leur existence (conditions défavorables), dans l'intérieur de leurs cellules, des spores internes, qui sont des formes de résistance. »

Dans des conditions particulières et en un temps plus ou moins long suivant la température, j'ai obtenu d'une manière absolument constante, la sporulation des levures isolées. Il s'agit donc bien d'une vraie levure et je suis autorisée à placer la levure du cédrat dans la famille des *Saccharomycétées*.

Reste à savoir maintenant à quel groupe des Saccharomycétées appartient la levure du cédrat?

Guilliermond divise la famille des Saccharomycétées en cinq groupes:

« Le premier comprend les *Schizosaccharomyces*, caractérisés par « leur cloisonnement transversal. Par la formation de l'asque qui « résulte d'une copulation isogamique, ce groupe doit être consi- « déré comme étroitement apparenté aux Endomycétées et consti- « tué par des formes très archaïques qui ont conservé une repro- « duction sexuelle ancestrale analogue à celle de l'*Eremascus*.

« Au second groupe se rattachent toutes les levures qui offrent « à l'origine de l'asque une copulation iso- ou hétéro-gamique ou « qui, ayant perdu cette sexualité, en ont cependant conservé des « vestiges. C'est un groupe très primitif, d'où semblent dérivées « toutes les autres levures bourgeonnantes.

« Au troisième groupe se rattachent toutes les levures dont la « formation de l'asque n'est précédée d'aucun phénomène de sexua-

---

(1) Cf. **Guilliermond**, *op. cit.*, p. 4.

« lité et qui dans les milieux liquides végètent d'abord sous forme « de dépôts et ne produisent que beaucoup plus tard un voile plus « ou moins muqueux, sans interposition d'air, ou qui ne donnent « jamais de voile. Dans certaines espèces, une parthénogamie entre « les ascospores peut intervenir. Presque toutes les espèces donnent « une fermentation. Ce groupe correspond au premier groupe de « Hansen, moins les levures de notre second groupe.

« Le quatrième groupe est constitué par les levures qui, sans « aucune trace de sexualité à l'origine de l'asque, forment en « milieux liquides sucrés, dès le début, un voile mycodermique « très développé ; celui-ci, par suite de l'air qui pénètre dans ses « interstices, offre un aspect sec et opaque. La plupart des espè- « ces de ce groupe ne donnent pas lieu à fermentation, mais pro- « duisent des éthers. Quelques-unes offrent une parthénogamie « entre les ascospores. Ce groupe correspond au deuxième de « Hansen.

« Enfin, dans un cinquième groupe (Saccharomycétées dou- « teuses de Hansen) nous rangerons les genres *Monospora* et *Nema-* « *tospora*, qui offrent par les formes de leurs ascospores des carac- « tères très spéciaux et dont les affinités sont encore mal con- « nues ».

L'étude que j'ai faite de la levure isolée m'a permis de la placer dans le *troisième* de ces groupes. En effet, d'une part, je n'ai pas observé de phénomènes de sexualité ; d'autre part, et c'est surtout sur cela que je me suis basée, les caractères culturaux sont en correspondance : Dans tous les milieux liquides, l'apparition de la culture de la levure du cédrat se manifeste toujours tout d'abord au fond des tubes ou des fioles d'Erlenmayer sous forme de dépôts, et ce n'est que plusieurs jours après, et encore pas d'une manière absolument constante, que le voile apparaît. Enfin, les voiles observés n'ont jamais montré de bulles gazeuses dans leurs plis.

Dans ce troisième groupe des Saccharomycétées, **Guilliermond** fait entrer et caractérise quatre genres : *a*) Le genre *Saccharomycodes* renferme des levures « dont les cellules se multiplient

par un procédé intermédiaire entre le cloisonnement transversal et le bourgeonnement », « et qui ont tendance à produire des formations mycéliennes assez développées ». *b*) Le genre *Saccharomycopsis* est caractérisé par des ascospores à double membrane. *c*) Le genre *Saccharomyces* comprend « les levures les plus régressées, dont la plupart ne donnent pas de formations mycéliennes et dans lesquelles la sexualité a entièrement disparu ». *d*) Enfin, le genre *Hansenia* est caractérisé par la forme apiculée de ses cellules.

Je n'ai jamais obtenu de formations mycéliennes ni vu rien d'analogue à un cloisonnement transversal, la levure isolée n'est donc pas un *Saccharomycodes*. Les ascospores que j'ai observées ne possèdent qu'une membrane ; ceci élimine le genre *Saccharomycopsis* ; la levure du cédrat n'appartient pas davantage au genre *Hansenia*, car je n'ai jamais vu de cellules apiculées dans ses colonies.

D'après ces caractères négatifs et par ses propriétés, la levure isolée appartient au genre *Saccharomyces*.

Les espèces du genre *Saccharomyces* se révélant de jour en jour plus nombreuses, **Guilliermond** a subdivisé ce genre en six sous-groupes, en prenant pour base de classification l'action fermentative des espèces sur les sucres.

Le fait que la levure du cédrat ne fait pas fermenter le lactose et qu'elle fait au contraire fermenter le glucose, le lévulose, le maltose et le saccharose, la fait rentrer dans le premier sous-groupe, déterminé ainsi : « Levures faisant fermenter les saccharose, dextrose et maltose, mais n'agissant pas sur la lactose ».

D'après ces observations, et en particulier d'après son action fermentative, sa forme, son mode de développement et sa sporulation, la levure du cédrat apparaît voisine de la levure du raisin, c'est-à-dire du *Saccharomyces ellipsoïdeus*.

Une comparaison entre la levure du cédrat et *Saccharomyces ellipsoïdeus* va permettre de savoir si on peut homologuer la première à cette dernière. Un certain nombre de caractères seront passés en revue tels que la morphologie, les températures de formation des voiles, l'aspect microscopique de ces voiles, les tempé-

ratures de formation des ascospores, la forme des asques, l'attaque des sucres.

a) Morphologie. — Chez *Saccharomyces ellipsoïdeus*, la forme des éléments bien développés est ronde ou elliptique ; une semblable forme se rencontre chez la levure du cédrat (Fig. 8).

b) Température maxima de bourgeonnement. — Le *Saccharomyces ellipsoïdeus* et la levure du cédrat ont, l'un et l'autre comme température maxima de bourgeonnement, 40-41° C.

c) Températures de formation des voiles. — Pour la levure du cédrat, j'ai observé que :

à 15° le voile commence à apparaître au bout de 17 jours
à 16°5 — — — 14 —
à 22° — — — 11 —

Pour *Saccharomyces ellipsoïdeus*, il est donné que (1) :

à 13-15°, au bout de 15-30 jours, taches faiblement développées
à 20-22°, — 10-17 — — —
à 26-28°, — 9-16 — — —

Les températures de formation des voiles sont donc bien voisines les unes des autres, pourtant, la formation du voile de la levure du cédrat paraît être un peu plus rapide que celle du *Saccharomyces ellipsoïdeus*.

d) Aspect microscopique des cellules dans les voiles. — L'aspect microscopique des cellules de la levure du cédrat dans les voiles rappelle celui des éléments du *Saccharomyces ellipsoïdeus* pris dans les mêmes conditions. En effet, dans l'un et l'autre cas, les voiles jeunes sont constitués par des cellules isolées, plus petites que celles qui forment le dépôt ; dans les vieux voiles, on observe, également chez les deux levures, des éléments ramifiés, dont l'axe

(1) Cf. **Guilliermond** : Les levures, p. 357.

principal est formé de cellules allongées disposées bout à bout, portant des rameaux secondaires formés de cellules plutôt arrondies ou ovales (Fig. 9).

e) Températures de formation des ascospores sur bloc de plâtre. — Avec la levure du cédrat, j'ai obtenu les résultats suivants :

à 15° l'apparition d'ascospores a lieu dès la 6me heure après l'ensemencement
à 18° — — — 12me — —
à 26° — — — 12me — —

Pour *Saccharomyces ellipsoïdeus*, **Guilliermond** indique :

à 15°, apparition des premiers rudiments (1) au bout de 45 heures
à 18°, — — — 33 —
à 25°, — — — 21 —
à 29°5, — — — 23 —

La levure du cédrat sporule donc plus vite que *Saccharomyces ellipsoïdeus*.

f) Forme des asques. — La levure du cédrat donne lieu à des asques qui renferment une, deux, ou au plus trois spores ; les asques trisporés sont toujours de forme triangulaire. Le *Saccharomyces ellipsoïdeus* forme, de plus, très souvent des asques tétrasporés ; en outre, dans les asques, et quel que soit leur nombre, les spores affectent très généralement une disposition linéaire.

g) Fermentation des sucres. — La fermentation des sucres par la levure du cédrat et le *Saccharomyces ellipsoïdeus* est la même ; l'une et l'autre attaquent le glucose, le saccharose, le maltose ; l'une et l'autre n'attaquent pas le lactose.

Conclusion. — Comme on le voit, d'après ce qui précède, tout en étant bien voisine du *Saccharomyces ellipsoïdeus*, la levure

(1) Cf. **Guilliermond** : Les levures, p. 356.

du cédrat ne peut être homologuée entièrement aux levures du raisin.

Le lieu d'habitat (surface du fruit du cédratier), la rapidité de formation des asques (6 heures au lieu de 21 heures), la forme des asques trisporés (toujours triangulaires), le nombre des spores dans l'asque (généralement deux, jamais plus de trois) différencient nettement les levures du cédrat des levures du raisin. C'est pourquoi j'ai proposé d'appeler la levure du cédrat du nom de *Saccharomyces citri medicæ* n. sp. (1).

5° ETUDE DE LA BACTÉRIE

Nous avons vu, lors de l'isolement des germes contenus dans l'eau de mer provenant de la fermentation des cédrats, qu'en outre des levures que je viens d'étudier, de petites colonies bactériennes apparaissaient du 2me au 5me jour sur les milieux ensemencés. Ces mêmes colonies prenaient aussi naissance des prélèvements effectués à la surface des cédrats fermentés. Je rappellerai que ces colonies sont, à la surface de la gélatine, constituées par de petites taches rondes à peine visibles, ayant deux à trois dixièmes de millimètre d'épaisseur et atteignant tout au plus un demi-millimètre au bout de six à huit jours de culture ; en profondeur, en gélatine plus particulièrement, ces colonies ont la forme de petites sphères plus ou moins brunâtres ayant de quelques dixièmes de millimètre à un demi-millimètre d'épaisseur.

Ces deux sortes de colonies sont constituées par des éléments microbiens à forme de coccobacilles, immobiles dans l'eau de mer. Les réactions culturales m'ont montré, comme je l'ai déjà dit, qu'il s'agissait d'un seul et même microbe se présentant sous deux aspects

---

(1) Cf. **A.-Ch. Hollande** et Mlle **S. Chadefaux**. La fermentation des cédrats, *in* Comptes rendus de la Société de Biologie... 1924.

différents suivant qu'il cultivait, dans la gélatine, en surface ou en profondeur.

C'est ce microbe que l'on observe, sous la forme de courts bâtonnets immobiles, dans l'eau de mer où s'est effectuée la fermentation des cédrats.

Je vais indiquer maintenant les propriétés de cette bactérie.

A) MORPHOLOGIE ET COLORABILITE

Dans le liquide de fermentation du cédrat, le bacille mesure environ 1 μ 5 à 2 μ de long sur 0 μ 5 de large.

Dans les milieux de culture et particulièrement sur les milieux solides, il devient beaucoup plus court, prend la forme de coccobacille et ne mesure plus que 0 μ 7 à 1 μ au plus de longueur sur 0 μ 5 de largeur. Assez souvent, dans l'eau de mer de fermentation des cédrats ou en culture, ces bacilles sont groupés par deux, donnant ainsi lieu à des types diplo-bacilles.

Ce coccobacille est dépourvu de cils (examen par la méthode de **Nicolle-Morax** sur culture de 24 heures en milieu solide) ; bien que fréquemment animé de mouvements browniens, il est immobile.

B) MILIEUX DE CULTURE

Voici les réactions culturales de la bactérie isolée de la fermentation du cédrat :

a) En eau de mer seule, en eau de source peptonée et en eau de mer peptonée, la bactérie du cédrat ne pousse pas.

b) Bouillon ordinaire (le même que celui employé pour l'étude de la levure). — La bactérie ensemencée sur ce milieu y donne au bout de deux jours un trouble uniforme, léger ; quand on agite le tube, on observe le phénomène des ondes moirées ; deux jours après l'apparition de la culture, le milieu s'éclaircit et

on constate la présence d'un dépôt très peu abondant au fond du tube ; on n'observe ni collerette de gaz, ni voile.

c) Gélose inclinée ou coulée en plaque (Gélose à 3 o/o dans bouillon ordinaire). — Sur ce milieu, on voit apparaître, en deux jours, de très petites colonies qui, en quelques jours atteignent un millimètre ; observées au microscope binoculaire, ces colonies se montrent rondes et à bords lisses ; surélevées en leur centre, elles ont la forme d'un chapeau tonkinois.

d) Gélatine-bouillon, *en surface.* — La bactérie, ensemencée à la surface de plaques de gélatine ou de gélatine inclinée dans des tubes, donne en 48 heures de très petites colonies rondes et à bords lisses mesurant un à deux dixièmes de millimètre. Ces colonies paraissent blanches par réflexion et plus ou moins bleutées par transparence, ce qui, au premier abord, m'avait fait penser à la présence d'un pigment, peut-être fluorescent. Un examen plus attentif m'a permis de conclure qu'il s'agissait plus simplement d'*un phénomène de diffraction* dû à la minceur des cultures. En effet, en prenant en main la boîte de Pétri ensemencée, et en l'interposant entre soi et la lumière, on observe, en faisant varier l'incidence des rayons lumineux, un changement progressif de la couleur des colonies. On constate ainsi que, lorsque les rayons lumineux traversent la boîte perpendiculairement à ses bases, les colonies sont indigo ; au fur et à mesure qu'augmente l'angle d'incidence — ce qu'on réalise en abaissant la boîte de manière à ce que, de verticale, elle devienne peu à peu horizontale — les colonies passent successivement au bleu, vert, jaune, orangé. J'ai néanmoins essayé, sur les colonies poussées sur gélatine, l'action des divers solvants des pigments bactériens : eau distillée, alcool à 30° et à 95°, éther, chloroforme. Pour cela, sur une culture de cinq à six jours de la bactérie sur gélatine inclinée en tube, je faisais couler le solvant choisi de manière à ce qu'il affleure à la limite supérieure de la culture ; je roulais entre les mains le tube rebouché et laissais en contact une demi-heure ; au bout de ce temps, je roulais à nouveau le tube entre les doigts et vidais le liquide dans une petite capsule à calci-

nation, en porcelaine; j'évaporais alors le tout au bain-marie jusqu'à dessication complète. J'ai opéré, pour chaque solvant, parallèlement avec un tube ensemencé de la bactérie et avec un tube semblable non ensemencé; dans les deux cas, et pour tous les solvants essayés, les résultats ont été concordants et négatifs; je n'ai jamais observé l'apparition d'une teinte quelle qu'elle fût, au fond de la capsule.

e) Gélatine bouillon, *en profondeur*. — L'ensemencement de la bactérie par piqûre en tubes de gélatine droits donne naissance en six à huit jours à une culture très mince, bleutée par transparence et sous un certain rayon lumineux, se produisant sur tout le trajet suivi par le fil de platine; on ne peut guère distinguer de colonies séparées qu'à la loupe.

La gélatine n'est jamais liquéfiée par la bactérie du cédrat.

f) Pomme de terre. — Sur pomme de terre, la bactérie du cédrat ne pousse pas.

g) Bouillon rouge neutre. — Bien que végétant dans ce milieu, la bactérie du cédrat ne le fait pas virer.

h) Milieu de sabouraud modifié (préparé comme pour la levure, voir p. 50) incliné ou coulé en plaque. — Ce milieu n'est pas favorable au développement de la bactérie; quel que soit le sucre utilisé, on n'obtient que de rares colonies grêles.

i) Sucres attaqués. — L'action de la bactérie sur les sucres a été établie en eau peptonée sucrée et tournesolée au moyen des papiers réactifs de **Hollande** et **Fumey**. Les sucres attaqués par cette bactérie, cités d'après l'action décroissante de la rapidité de leur attaque sont: le glucose, le lévulose, le saccharose et le maltose. L'inuline, le lactose et la mannite ne sont pas attaqués. Dans les milieux sucrés et tournesolés qu'elle attaque, la bactérie pousse en donnant un trouble uniforme; le tournesol vire au rouge et il n'y a pas de dégagement gazeux.

j) Ovalbuminate de soude (Voir note 2, p. 50). — La bactérie du cédrat ne pousse pas sur ce milieu non sucré ; mais elle pousse en ovalbuminate glucosé, lévulosé, maltosé, ou saccharosé ; ces milieux étant tournesolés, on y observe une acidification très nette, et même, en présence de certains sucres, la formation d'un gel assez compact pour qu'on puisse, sans les vider, retourner complètement les tubes. Ce gel se produit au bout de quatre jours en ovalbuminate glucosé ou saccharosé, et au bout de cinq jours, en ovalbuminate lévulosé.

k) Milieux spéciaux pour l'exaltation des pigments. — Envisageant le cas d'une fluorescence possible, ou d'un pigment pouvant se développer dans des milieux favorables, j'ai ensemencé la bactérie sur le milieu de **Gessard** (Eau, 100 cm.^{3} ; sulfate de magnésie, 0^{gr},25 ; succinate d'ammoniaque, 0^{gr},3 ; phosphate de potassium, 0^{gr},5), et sur le milieu de **Lasseur** (Sulfate ferreux, 0^{gr},01 ; chlorure de calcium, 0^{gr},04 ; phosphate bi-potassique, 0^{gr},10 ; sulfate de magnésie, 0^{gr},50 ; asparagine, 0^{gr},70 ; glycérine, 2^{gr},50 ; eau, 100 cm.^{3}). La bactérie du cédrat n'a poussé ni sur le milieu de **Gessard**, ni sur le milieu de **Lasseur**.

l) Sérum de cheval gélifié. — Sur ce milieu, la bactérie du cédrat ne pousse pas ; elle ne sécrète donc pas de ferments protéolytiques.

m) Blanc d'œuf pur gélifié. — Même résultat et même conclusion que sur-sérum gélifié.

n) Bouillon avec cubes de blanc d'œuf coagulé — Ici, la bactérie pousse dans le bouillon, qu'elle trouble, mais n'attaque pas le blanc d'œuf.

o) Lait. — Le lait, tournesolé ou non, ne subit aucune modification quand on l'ensemence avec la bactérie isolée.

p) Milieux a la cellulose. — (Mêmes milieux que ceux utilisés pour l'étude de la levure, voir p. 52). Les ensemencements

faits sur ces milieux avec la bactérie du cédrat m'ont montré que ce microbe n'attaquait pas la cellulose.

q) Milieux anaérobies. — (Même formule que celle utilisée pour la levure). En gélatine pour anaérobies, la bactérie pousse sans donner de bulles gazeuses.

r) Températures optima et maxima. — La température optima de culture de cette bactérie semble être 18° ; elle végète encore à 37°, mais au-delà de cette température, elle ne pousse plus.

s) Indice d'atténuation. — La bactérie du cédrat ne fait pas subir d'atténuation au moût de bière, en 25 jours ; la densité de ce liquide reste égale à 1053, à 25° C.

La bactérie du cédrat n'est pas pathogène pour le cobaye.

D'après les résultats que nous enseignent les milieux de culture, nous constatons que la bactérie de fermentation des cédrats présente la curieuse propriété de faire fermenter les mêmes sucres que la levure (*Saccharomyces citri medicæ*), et que, comme cette dernière, elle est dépourvue de ferments protéolytiques, vis-à-vis de la gélatine, du sérum de cheval gélifié, et du blanc d'œuf coagulé. Comme la levure encore, elle n'attaque pas la cellulose.

Cette bactérie est, enfin, remarquable par le phénomène de diffraction auquel donnent lieu ses colonies à la surface de la gélatine-bouillon.

6° SYMBIOSE DE LA LEVURE ET DE LA BACTÉRIE DU CÉDRAT

D'après ce qui précède, on se rend compte immédiatement que la levure et la bactérie du cédrat se comportent vis-à-vis des milieux de culture d'une façon sinon semblable, du moins bien analogue.

Nous venons de voir, en effet, que levure et bactérie attaquent les mêmes sucres : glucose, lévulose, saccharose, maltose; et laissent inattaqués les mêmes éléments : lactose, mannite et inuline.

Toutes deux sont sans action sur la cellulose et ne sécrètent pas de ferments protéolytiques.

Ces propriétés sont si nettes qu'il est fréquent, sinon constant, de rencontrer au début des isolements des germes sur les milieux que j'ai indiqués (Gélatine-bouillon, Gélose de **Sabouraud** modifié), des colonies mixtes de levures et de bactéries ; seules, des dilutions progressives permettent, après ensemencement, d'obtenir des cultures isolées de chacun des germes.

Il y a là une association telle que l'on pourrait dire qu'il s'agit presque d'une *symbiose*. Cette symbiose devient encore plus manifeste lorsque l'on étudie les relations qui existent au point de vue cultural entre ces germes, levures et bactéries, et les effets que les uns produisent sur les autres. J'ai, de la sorte, pu mettre en évidence deux cas bien typiques :

Dans une première expérience, j'effectuais parallèlement dans les mêmes conditions de milieu (moût de bière en fioles d'Erlenmayer) et de température (16°5, 18°, et 22°) des ensemencements : *a)* de la bactérie seule, *b)* de la levure seule, *c)*, des deux germes ensemble. J'ai obtenu, dans ces conditions, les résultats suivants, relativement à l'aspect macroscopique des voiles et à leur temps d'apparition :

	LEVURE	BACTÉRIE	LEVURE et BACTÉRIE
Date d'apparition du voile.	15e jour	pas de voile	20e heure
Aspect macroscopique du voile.....	demeure à l'état de taches isolées	»	devient bientôt continu, s'épaissit et se plisse

A la lecture de ce tableau, on remarque immédiatement qu'il y a une grande différence au sujet de la production du voile : alors que la bactérie seule ne fait *pas* de voile et que la levure ne produit qu'un voile peu manifeste et seulement visible sous la forme de *taches*

isolées apparaissant au 15me jour, l'ensemencement effectué simultanément avec la bactérie et la levure donne naissance, en *20 heures*, à un voile qui devient complet en deux jours, puis s'épaissit et se plisse radialement. Ce voile, blanc jaunâtre, n'est pas aéré ; examiné au microscope, il se présente formé uniquement de levures malgré l'ensemencement de la bactérie ; cette dernière demeure dans le milieu de culture.

Dans une autre expérience, basée sur le même principe que la précédente (Ensemencements en moût de bière dans des petits ballons, aux températures de 16°,5, 18°, et 22°), j'ai remarqué que le dégagement gazeux, conséquence immédiate et évidente de la fermentation anaérobie du moût variait, dans son temps d'apparition et dans son abondance, suivant la nature de l'ensemencement : un abondant dégagement gazeux se produit dès la 24me heure dans les milieux ensemencés avec la bactérie et la levure, alors qu'il ne se manifeste qu'au bout de 48 heures, et plus faible, dans les moûts ensemencés avec la levure seule ; enfin, on ne constate aucun dégagement de gaz dans les moûts ensemencés avec la bactérie seule.

Je me suis efforcée de reproduire cette fermentation, sur le cédrat, d'une part avec la levure seule, d'autre part, avec la bactérie seule, enfin, avec les deux germes. Pour effectuer ces expériences, je stérilisais à l'autoclave en une demi-heure à 115° des cédrats coupés en morceaux ; je plaçais ensuite aseptiquement ces morceaux de cédrats dans des tubes contenant de l'eau de mer stérile. Les milieux ainsi préparés, ensemencés soit avec la bactérie, soit avec la levure n'ont donné lieu ni à une fermentation visible ni à une formation de voile ; au contraire, ceux ensemencés avec les deux germes, sans m'avoir donné des cultures abondantes, ont néanmoins fermenté (apparition de quelques bulles de gaz.).

J'ai, en outre, observé, dans un voile vieux de trois jours, obtenu par ensemencement simultané de la levure et de la bactérie sur moût de bière, en fioles d'Erlenmayer, à 20°, un phénomène que je crois pouvoir rapporter à la vie symbiotique de ces deux germes : J'ai vu, en particulier sur des préparations colorées au bleu de méthylène, les levures englobées dans un réseau à mailles hexago-

les; **Guilliermond** fait résulter cette disposition d'une modification de la membrane de la levure. Il se peut que la formation de ce réseau soit dû à la présence de la bactérie, et elle serait alors une manifestation de l'agglutination symbiotique que signale **Beijerink ?** (1)

La bactérie favorise aussi le développement de la levure dans les milieux pour anaérobies disposés en tubes de Vignal ; alors que la bactérie ensemencée seule, ne fournit dans ces conditions aucun dégagement gazeux, et que la levure ensemencée seule donne au bout de quinze jours une trentaine de bulles de gaz, un tube semblable ensemencé avec les deux germes montre au bout du même temps 170 à 180 bulles gazeuses. (Ces bulles, dans l'un ou l'autre cas, ont apparu progressivement dès le 5me jour après l'ensemencement, mais les chiffres que je rapporte sont ceux que j'ai notés au 15me jour de culture).

Enfin, bien que ne faisant subir, quand elle est ensemencée seule, aucune atténuation aux moûts, la bactérie semble encore exalter cette propriété de la levure ; un moût ensemencé avec la levure seule passe en 25 jours de la densité 1053 à la densité 1044 ; un même moût ensemencé avec les deux germes acquiert, comme densité, 1043.

7° NATURE DE LA FERMENTATION DU CÉDRAT

Maintenant que nous connaissons les éléments qui agissent dans la fermentation du cédrat en eau de mer, maintenant que nous savons que cette fermentation s'effectue sous l'influence d'une levure et d'une bactérie, voyons quelles sont les conditions suivant lesquelles, dans l'industrie, s'opère cette fermentation.

---

(1) Cf. **Beijerinck** : Die Erscheinung der Flokenbildung oder agglutination bei Alkoloheufen, (in, Cent. Bakt. t. XX, 1908).

J'ai déjà indiqué (voir p. 35) que la fermentation des cédrats s'effectuait dans des tonneaux de bois de 250 litres en lesquels on entassait les cédrats coupés en deux parties égales et que l'on remplissait intégralement d'eau de mer.

La fermentation résulte de la vie de la levure aux dépens du cédrat plongeant dans l'eau de mer, mais les conditions de son développement sont loin d'être quelconques et les Corses les ont réalisées, du premier coup, telles qu'on les désirerait après étude et réflexion.

En effet, toute levure capable de produire la fermentation alcoolique, c'est-à-dire de donner de l'alcool et du gaz carbonique en partant d'un sucre fermentescible, n'effectue pas immanquablement cette transformation dès qu'on la met à pousser dans des milieux contenant ces divers sucres. Le pouvoir fermentatif n'est pas un caractère fixe, c'est une propriété étroitement tributaire des conditions d'aération du milieu de culture.

La fermentation alcoolique est la conséquence de la lutte d'un être contre l'asphyxie. Une levure privée d'oxygène libre n'ayant plus, comme source d'énergie vitale, l'oxydation qu'est en somme la respiration, utilise une autre forme d'énergie, celle qui naît de la transformation du sucre en alcool et gaz carbonique sous l'influence de ses diastases.

Toutefois, s'il est vrai qu'il faille peu d'aération pour qu'une fermentation marche bien, il faut, néanmoins, qu'il y ait un peu d'oxygène ; dans la pratique, l'élément dont on se sert pour incorporer les agents de la fermentation (ici, les cédrats) entraîne avec lui une quantité d'oxygène bien suffisante pour que la fermentation puisse être amorcée.

Les résultats que j'ai observés dans les cultures de la levure du cédrat, viennent confirmer ces données générales.

En effet, ensemencée en milieux aérés, la levure du cédrat, vivant en *végétal aérobie,* ne produit qu'une très faible fermentation ; on ne constate pas alors de dégagement gazeux sensible. Ensemencée au contraire sur mêmes milieux en petits ballons presque pleins et venant d'être stérilisés (par conséquent, dans un milieu à peu

près privé de gaz), cette levure vit en *anaérobie*, en *ferment ;* dans ces conditions, le dégagement gazeux, manifestation extérieure d'une fermentation active, est alors observé. Dans la pratique, la raréfaction de l'oxygène est assez aisément atteinte en ce sens que la levure commence toujours à pousser au fond des tonneaux, et que c'est là évidemment, que l'aération est la moins assurée.

Les cédrats tassés dans les tonneaux sont donc dans des conditions très favorables au point de vue de ce genre de fermentation. En effet, dès que les cédrats sont placés dans les tonneaux remplis d'eau de mer, la fermentation commence. C'est ainsi que le dégagement gazeux devient perceptible dès le deuxième jour ; il devient, dans la suite, rapidement abondant et son importance est bientôt telle, que toute la masse du liquide paraît entrer en ébullition.

Au fur et à mesure que cette fermentation se poursuit, le milieu se modifie, change d'aspect et de densité ; alors que l'eau de mer prélevée sur les côtes de Bastia donne au pèse-sel, 4,5, le neuvième jour de la fermentation, elle ne donne plus que 3 au même pèse-sel.

A Bastia, le long des quais du port, tandis que la température, à 8 heures du matin (10 novembre 1922) était de + 12°,5, la température de l'eau de fermentation, en pleine ébullition, n'atteignait que + 9° ou + 10°, suivant que les tonneaux étaient plus ou moins remplis de cédrats.

Au fur et à mesure que se poursuit la fermentation, il se produit dans le milieu une légère acidité, qui n'augmente que faiblement dans la suite. Ainsi, l'eau de mer de fermentation de 15 jours présente, exprimée en acide acétique, une acidité de 1gr,41 par litre, et l'acidité de l'eau de mer de fermentation de 40 jours n'est que de 1gr,44 par litre (toujours en acide acétique) (1).

---

(1) Toutefois, il ne faut pas oublier que cette acidité n'est peut-être pas due uniquement au processus de la fermentation et qu'elle peut provenir en partie des cédrats eux-mêmes. En effet, 100 gr. d'un échantillon moyen de cédrat, broyés et pulpés, puis bouillis 1/4 d'heure dans 250 gr. d'eau distillée, ont donné, en présence de phénolphtaléine et exprimée en acide acétique, une acidité de 2gr,70. Vu

Au fur et à mesure de la fermentation, l'eau de mer s'enrichit en alcool, mais la quantité d'alcool obtenue demeure toujours très faible ; c'est ainsi que le degré alcoolique de l'eau de mer est de 0°,75 au 15e jour de la fermentation, et de 1°,25 au 40e jour de la fermentation.

Pendant que la fermentation des cédrats se poursuit, on remarque, sur des coupes histologiques effectuées à cet effet sur des fruits de plus en plus fermentés, que les poches à essence se vident peu à peu ; la teinture d'orcanette acétique (formule **Guignard**), le sudan III (solution saturée du colorant dans l'alcool à 80°) montrent que, finalement, tout le parenchyme du mésocarpe se colore diffusément en brun ou en jaune orangé, contrairement à ce qui a lieu sur les coupes de fruit non fermenté, où seules, les gouttelettes d'essence des poches sécrétrices prennent ces colorants. C'est là un des résultats pratiques de la fermentation industrielle. Sous l'influence de la petite quantité d'alcool élaborée par les levures et les bactéries, sous l'influence sans doute aussi de la quantité de substances acides renfermées dans l'eau de mer de fermentation, l'essence de cédrat, plus ou moins modifiée peut-être, se répartit dans tout le fruit devenu très spongieux, d'où il résulte qu'il possède en toutes ses régions, l'odeur et le goût agréables de l'essence de cédrat. L'état spongieux n'est que la résultante de l'action osmotique exercée par les sels de l'eau de mer sur les cellules du mésocarpe et ne provient pas, comme on aurait pu le penser, d'une action lytique des agents de la fermentation sur les membranes cellulosiques ou sur le protoplasme des cellules. Nous avons vu en effet que ces germes n'attaquent pas la cellulose et ne secrètent pas de diastases protéolytiques ; les coupes, sur lesquelles on retrouve à peu près intacts les mem-

---

le chiffre peu élevé de l'acidité totale (acidité due à la fermentation + acidité propre aux cédrats), trouvée dans l'eau de mer de fermentation, il est même bien probable qu'une grande partie des substances acides du cédrat doit être neutralisée soit par l'alcalinité de l'eau de mer, soit par les substances alcalines qui se développent au cours de la fermentation.

branes des cellules parenchymateuses et leur contenu, confirment ces résultats (Fig. 11).

Dans la fermentation industrielle des cédrats, le rôle de la bactérie semble surtout consister dans l'action favorisante qu'elle joue vis-à-vis du développement de la levure ; il s'agit là, comme je l'ai dit précédemment (p. 65), d'une véritable symbiose entre la levure et la bactérie. De telles associations ne sont d'ailleurs pas exceptionnelles dans les fermentations ; on en connaît dans les fermentations du gingembre, du tiby, etc. C'est ainsi que **Guilliermond** (1) rapporte les faits suivants :

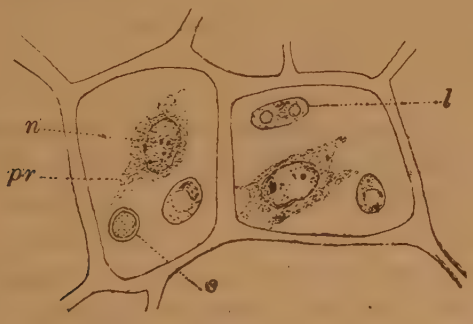

Fig. 11. — Cellules du mésocarpe, dans le cédrat fermenté : *l*, levure ; *s*, spore ; *n*, noyau ; *pr*, protoplasme. La membrane n'est pas attaquée, la chromatine ne paraît pas altérée ; seul, le protoplasme est en majeure partie lysé.

« Un exemple des plus caractérisés de symbiose s'observe dans la fermentation de la bière de gingembre, boisson anglaise où **Marschall Ward** (2) a reconnu l'intervention de plusieurs espèces, dont le *Bacterium vermiforme* et une levure, le *Saccharomyces piriformis*..... La levure est beaucoup plus active en présence de la bactérie, qui semble avoir pour mission de détruire certains produits nuisibles à la levure ».

---

(1) Cf. **Guilliermond,** Les levures, p. 182.

(2) Cf. **Marschall Ward :** The ginger. beer plant and the organisms composing it (*in* Philos. trans. Royal Soc., 1898, t. CLXXXIII).

« Un autre exemple de même ordre a été signalé par **Lutz.** D'après cet auteur, le « tiby », boisson alcoolique du Mexique, proviendrait aussi de l'action d'une levure, *Pichia Radaisia,* et d'une bactérie, *Bacillus Mexicanus*, qui vivraient en association symbiotique. La levure vivant au contact de l'air ne produit pas de fermentation. Associée au bacille et englobée dans son épaisse coque (*sic*), elle donne lieu au contraire à une fermentation alcoolique. Le bacille n'interviendrait dès lors dans l'association que comme moyen déterminant la vie anaérobie ».

Il existe encore de nombreuses symbioses de bactéries et de levures parmi lesquelles je citerai celles des fermentations alcooliques du lait, d'où résultent le Képhyr du Caucase et le Leben d'Egypte.

En résumé, la mise en eau de mer des cédrats destinés à la confiserie se traduit par une fermentation mixte s'effectuant au moyen de deux ferments; une levure, *Saccharomyces citri medicæ* (n. sp.) et un bacille, *Bacillus citri medicæ* (n. sp.) (1).

Sous l'influence des sels de l'eau de mer, une pression osmotique s'établit vis-à-vis des cellules du mésocarpe et détermine le ramollissement du fruit. La fermentation, elle, s'effectue aux dépens de la petite quantité de glucose (ou de l'hespéridine) que renferme le cédrat et aboutit à la formation de traces d'alcool. L'essence de cédrat est dissoute et se répartit dans tout le mésocarpe qui, à la fin de l'opération, prend un état spongieux très particulier et devient très odorant.

La fermentation des cédrats s'éloigne ainsi considérablement des fermentations qui se produisent dans la transformation de la plupart des produits végétaux sous l'influence d'agents microbiens, tels que l'ensilage, ou dans la fabrication, par fermentation, des conserves végétales telles que choucroute, concombres, haricots verts, etc., où, contrairement à ce qui se produit pour les cédrats, des agents *lactiques* jouent un rôle des plus importants.

---

(1) Cf. **A.-Ch. Hollande** et **S. Chadefaux** : La fermentation des cédrats, *in* C. R. Soc. de Biol., 1924.

CHAPITRE III

LA CONFISERIE DES CÉDRATS

J'ai dit lors de l'étude du cédratier (voir p. 16) que l'usage qui consiste à confire les cédrats remonte fort loin (**Plutarque**).

Avant d'exposer le procédé qu'emploient actuellement nos confiseurs à l'égard de ce fruit, je citerai encore quelques passages de **Risso et Poiteau** (1818) relatifs aux préparations culinaires que l'on faisait à leur époque en partant du cédrat. Ces gourmandises différaient surtout du cédrat confit actuel par le fait que le fruit ne subissait pas alors de fermentation préalable:

« Sur les bords de la Méditerranée où se cultivent les cédratiers, « disent les auteurs, les gens aisés font avec l'écorce de ces fruits « une excellente confiture en compote. A cet effet, on coupe les « cédrats, sans les éplucher, en quatre ou huit parties; on les fait « blanchir, égoutter, et on les jette dans un sirop faiblement cuit; « chaque 24 heures, on repasse au feu le sirop et on le jette bouil- « lant sur les fruits égouttés; on réitère cette opération pendant « dix à douze jours; enfin, on fait cuire le sirop à la *nappe*, on « place les cédrats dans des pots, couverts de ce sirop et on les con- « serve pour l'usage.

« Les mêmes écorces ainsi préparées, on peut les tirer au glacé, « au candi, et elles servent de cette manière à un nombre infini de « bonbons et autres confitures.

« Si on veut préparer avec les fruits de cédrats, de la marmelade, « on fait blanchir les écorces et après les avoir bien pilées et passées « au tamis, on les met sur le feu avec leur poids égal de beau sucre,

« puis on fait évaporer jusqu'à consistance de miel; on en remplit « des pots de faïence qu'on garde bien couverts dans un endroit « frais. Cette marmelade sert à faire des tourtes douces et autres « gourmandises très agréables. Les confiseurs, les maîtres d'hôtel « font avec ces fruits un nombre infini de bonbons, les confisent « à l'eau de vie, à la liqueur et s'en servent pour plusieurs prépa- « rations délicates. »

Voyons maintenant en quoi consiste la confiserie des cédrats fermentés ? (1)

Nous avons vu que, dès que la fermentation des cédrats est terminée, les ouvriers saleurs ajoutent dans les tonneaux 15 à 20 kilogs de chlorure de sodium par 200 litres d'eau de mer et qu'on ferme ces tonneaux à l'aide d'étoupe et de plaques de fer.

C'est dans cet état que les confiseurs reçoivent les cédrats.

Pour transformer ces fruits en l'excellente gourmandise dont malheureusement, les Anglais, plus que nous, savent apprécier la finesse, les confiseurs ont à effectuer toute une série d'opérations que je vais passer en revue; ce sont : le dessalage, le blanchiment la confiserie proprement dite, le reverdissement et le glaçage.

Le *dessalage* est effectué dans de grands baquets : on y place les cédrats avec une quantité d'eau suffisante pour qu'ils baignent bien ; on ne laisse en contact que 48 heures, mais on a soin de renouveler complètement l'eau trois fois pendant ce laps de temps.

Le *blanchîment* a pour but d'attendrir les cédrats ; c'est, en somme, une cuisson, effectuée dans de grandes poêles dont le fond est ajouré, sous l'action de la vapeur d'eau. On arrête cette opération quand les fruits sont devenus tendres sous la pression des doigts.

Au sortir des poêles, les cédrats sont rangés dans des coffres

---

(1) Je suis redevable de la plupart des données que je rapporte ici, à M. **Bony**, attaché à la confiserie Selecta de Céret (Pyrénées-Orientales). Je le remercie de son obligeance.

spéciaux, en tôle, plus ou moins grands. Ceux que j'ai vus à l'usine de confiserie « Selecta » mesurent 1 mètre de long sur $0^m,70$ de largeur, et $0^m,50$ de hauteur ; ces coffres sont munis à leur partie inférieure, de robinets par lesquels s'effectue le soutirage du sirop. Une fois les cédrats rangés dans les coffres, on les arrose et les recouvre d'un premier sirop (1) marquant 28° B^é, où on les laisse tremper 24 heures. Au bout de ce temps, on évacue complètement le premier sirop au moyen des robinets inférieurs et on le remplace par un deuxième sirop marquant 26° B^é. De nouveau, au bout de 24 heures, on vide les coffres et on recouvre, cette fois, les cédrats d'un sirop à 28° B^é. Toujours sans remuer les cédrats, on change ainsi toutes les 24 heures le sirop qui les immerge jusqu'à ce que, progressivement, on soit arrivé à les faire baigner dans un sirop marquant 34° B^é. Pour éviter la cristallisation du sucre au cours de ces manipulations, les sirops sont légèrement additionnés de glucose.

Le *reverdissement* des cédrats, que le séjour dans l'eau de mer décolore, est réalisé lors de l'immersion des fruits dans le premier sirop, celui-ci étant coloré en vert par addition de vert lumière.

Il arrive aussi que le reverdissement se fasse par la méthode appliquée couramment aux cornichons, c'est-à-dire par les sels de cuivre ; mais, comme les principaux importateurs de cédrats confits sont les Américains et les Anglais et que ces peuples refusent les fruits traités par ce dernier procédé, les confiseurs préfèrent s'en abstenir.

En dernier lieu, le *glaçage* a uniquement pour but de donner aux cédrats un aspect plus flatteur ; pour l'obtenir, on plonge les fruits dans un bain de sucre bouillant ; on les en sort presque aussitôt et on les laisse ainsi sécher. En séchant, le sucre donne aux cédrats ainsi traités, leur brillant spécial.

---

(1) Dans ce sirop, une légère fermentation s'établit et le sirop devient acide lorsque les cédrats n'ont pas été préalablement blanchis, comme cela existe dans certaines confiseries.

CONCLUSIONS

Le cédratier, *Citrus medica* Ris., est, de l'avis de la plupart des auteurs, le Citrus le plus anciennement connu. On le trouve en effet cité et décrit par **Théophraste** et **Pline** d'une manière assez précise pour ne prêter à aucune confusion.

Cet arbre est originaire de la Médie ; de ce pays, il s'est, très certainement, rapidement propagé en Perse. Au I^er^ siècle de notre ère, il poussait en Asie Mineure, en Palestine. Au III^e^ ou au IV^e^ siècle, il existait fort probablement en Grèce, en Sicile, en Sardaigne et en Italie.

La beauté et l'odeur suave du fruit du cédratier ont fait qu'il a été utilisé dès les temps les plus anciens, non seulement dans les pays où il poussait, mais encore par des peuples qui l'importaient. C'est ainsi que les Romains s'en servaient bien avant d'avoir pu le cultiver.

Dès qu'ils connurent le cédratier, les Hébreux, obéissant à la loi de Moïse qui leur commandait de venir à la fête des Tabernacles munis du fruit du plus bel arbre, ont choisi, dans ce but, le cédrat, à cause du port agréable du cédratier et de la grosseur et de la beauté de son fruit.

Le cédrat était utilisé par les anciens pour lutter contre l'effet du poison, pour se parfumer l'haleine et pour défendre leurs vêtements des teignes.

L'usage du cédrat comme aliment remonte au temps de **Plutarque,** mais on ne sait pas exactement à quelle époque on commença à consommer ce fruit, cuit et confit. En tout cas, le traitement qu'on lui faisait subir dans ce dernier but fut longtemps

semblable ou analogue à celui qu'on applique aux autres fruits pour en faire des confitures.

Le cédrat reçoit, au contraire, depuis une quarantaine d'années environ, en Italie et surtout en Corse où sa culture et son industrie sont extrêmement développées, un traitement très spécial qui facilite sa confiserie et qui donne lieu par la suite à un produit nettement supérieur.

Ce traitement consiste à laisser séjourner pendant quarante jours les cédrats, préalablement coupés, dans de l'eau de mer ; l'ensemble étant placé dans des tonneaux de bois de 250 litres environ.

Me basant sur les observations faites sur place par M. le professeur **Hollande**, et sur celles que j'ai pu faire en suivant de près cette préparation reconstituée au laboratoire, j'ai établi que l'immersion des cédrats coupés, dans l'eau de mer, telle qu'on la pratique en Corse, correspond à une véritable fermentation alcoolique se produisant au dépens du glucose (brut ou dérivant de l'hespéridine) que contient le cédrat. L'alcoolisation du milieu est faible et est évaluée à 1°,25 au quarantième jour de la fermentation.

J'ai isolé les agents de cette fermentation ; ce sont une levure et une bactérie.

J'ai étudié la morphologie et les caractères culturaux de ces germes ; ils correspondent à deux éléments non signalés jusqu'à ce jour. Nous avons appelé la levure : *Saccharomyces citri medicæ* (n. sp.) et la bactérie : *Bacillus citri medicæ*) (n. sp.) spécifiant ainsi leurs rôles particuliers dans la fermentation des cédrats.

J'ai montré que dans cette fermentation, la levure joue le rôle principal ; quant à la bactérie, elle favorise considérablement le développement de la levure.

Il existe ainsi une fermentation mixte, due à une levure et à une bactérie, véritable symbiose homologue à celles du Ginger-beer et du Tiby.

Peut-être pourra-t-on un jour tirer de ces données des conclusions pratiques, susceptibles de rendre plus rapide et moins sujette à déboires la fermentation des cédrats : l'ensemencement, par exemple, des fruits préalablement ébouillantés, au moyen de levures

sélectionnées, fournirait peut-être un produit plus constant, et permettrait sans doute de supprimer les néfastes agents de la « Maladie noire » et de la « Maladie verte ».

Quoi qu'il en soit à cet égard, il est évident que, si la culture du cédratier est extrêmement délicate, elle est non seulement intéressante mais des plus importantes. C'est là une ressource vraiment merveilleuse que possède l'Ile de Beauté. Telle qu'elle est pratiquée actuellement en Corse, la fermentation des cédrats, bien que primitive encore, permet d'obtenir déjà de bons résultats. Les rendements économiques en sont d'ailleurs heureux, puisque l'année dernière, par exemple, le cédrat a été payé sur pied 475 francs les cent kilogs, ce qui a assuré aux cultivateurs de cet agrume un rendement à l'hectare qui a atteint et même dépassé 100.000 francs (1). De 1904 à 1908 (2), la production de l'Ile a été en moyenne de 24.045 quintaux de fruits par an, soit deux fois égale, à elle seule, à la production de tous les autres pays réunis.

---

(1) Cf : **André Griscelli,** conseiller général de la Corse, in *Le Petit Marseillais* du 1er avril 1924.

(2) Je tiens ces chiffres de M. **Richaud,** pharmacien à Ghisonaccia, qui me dit les avoir reçus en communication, de M. **Boyer,** ancien Directeur de l'école d'agriculture d'Ajaccio.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1855. Baillon. — De la famille des Aurantiacées. Thèse en médecine, Paris, 1855.

1916. J. Beauverie et A. Ch. Hollande. — Corpuscules métachromatiques des champignons des teignes, *in* : Comptes rendus des séances de la société de biologie, tome LXXIX, 1916.

1917. J. Beauverie. — Quelques propriétés des ascospores de levures. Technique pour leur différenciation, *in* : Comptes rendus de la société de biologie, tome LXXX, 1917.

1913. G. Bertrand et P. Thomas. — Guide pour les manipulations de chimie biologique, 1913.

1921. Besson. — Technique microbiologique et sérothérapique, 1921.

1868. Cazin. — Traité des plantes médicinales indigènes, 1868.

1898. L. Courchet. — Traité de Botanique, 1898.

1908. Charabot et Gatin. — Le parfum chez la plante, 1908.

1824. De Candolle. — Prodromus, 1824.

1914. Dopter et Sacquépée. — Précis de Bactériologie, 1914.

1836. Duchesne. — Répertoire des plantes utiles et des plantes vénéneuses du globe, 1836.

1646. Ferraris. — Hesperides sive De Malorum avreorum cultura et usu, 1646.

1878. Fluckiger et Hanbury. — Histoire des drogues, 1878.

1811. Gallésio. — Traité du Citrus, 1811.

1869. Guibourt. — Drogues simples, 1869.

1912. Guilliermond. — Les levures, 1912.

1917. D. Hollande. — Géologie de la Corse, *in :* Bulletin de la société des sciences historiques et naturelles de la Corse, 1917.

1916. A. Ch. Hollande. — Solution colorante à base d'éosinates d'Azur et de violet de méthylène, *in :* Comptes rendus des séances de la société de Biologie, tome LXXIX, 1916.

1915. A. Ch. Hollande et J. Beauverie. — Différenciation rapide des bacilles du groupe Eberth-coli, par l'emploi de papiers réactifs collodionés, *in :* Comptes rendus des séances de la société de Biologie, tome LXXVIII, 1915.

1917. A. Ch. Hollande et Fumey. — Emploi de l'ovalbuminate de soude et des papiers réactifs tournesolés sucrés dans la différenciation des bacilles dysentériques ; gélification de l'alcali-albumine. *In* : Comptes rendus des séances de la société de biologie, tome LXXX, 1917.

1921. E. Kayser. — Microbiologie appliquée à la transformation des produits agricoles. Encyclopédie agricole. Baillière, Paris.

1797. Linné. — Species plantarum exhibentes plantas rite cognitas ad genera relatas, 1797.

1913. Macé. — Traité pratique de Bactériologie, 1913.

1875. G. Planchon. — Traité pratique de la détermination des drogues simples d'origine végétale, 1875.

1896. G. Planchon et E. Collin. — Les drogues simples d'origine végétale, 1896.

1904. L. Planchon. — Précis de Matière médicale, 1904.

1923. L. Reutter. — Traité de Matière médicale et de chimie végétale, 1923.

1813. A. Risso. — Mémoire sur l'histoire naturelle des orangers, bigaradiers, limettiers, cédratiers, limoniers ou citroniers cultivés dans le département des Alpes Maritimes. *In* : Annales du museum d'histoire naturelle, Paris, tome XX, 1813.

1818. A. Risso et A. Poiteau. — Histoire naturelle des orangers, 1818.

1913. Smith. — Black Pit of Lemon. *In* : Phytopathology, (décember 1913).

1912. Tschirch. — Handbuch der Pharmakognosie (Lieferung 32), 1912.

En ma qualité de Censeur de tour, j'ai lu la Thèse ayant pour titre :

« Etude bactériologique de la fermentation industrielle des cédrats en vue de leur confiserie ».

Par Mlle Suzanne Chadefaux.

Je pense que la Faculté peut en permettre l'impression.

Montpellier, le 11 juin 1924.

Le Professeur,

A. Ch. HOLLANDE.

VU :

Montpellier, le 12 juin 1924.

Le Doyen,

E. MASSOL.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

Montpellier, le 13 juin 1924.

Le Recteur,

J. COULET.

MONTPELLIER. — IMPRIMERIE DE LA MANUFACTURE DE LA CHARITÉ.